

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT: TOMOHIRO OSHIYAMA ET AL.)
)
FOR: ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT)
AND DISPLAY EMPLOYING THE SAME)

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

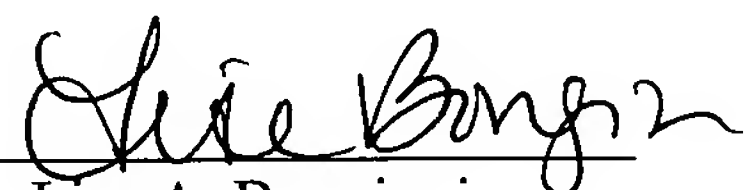
Dear Commissioner:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No. 2003-066288 filed on March 12, 2003. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicants hereby claim the benefit of the filing date of March 12, 2003, of the Japanese Patent Application No. 2003-066288, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

Respectfully submitted,

CANTOR COLBURN LLP

By: 

Lisa A. Bongiovi
Registration No. 48,933
Cantor Colburn LLP
55 Griffin Road South
Bloomfield, CT 06002
Telephone: (860) 286-2929
Customer No. 23413

Date: March 8, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 6 2 8 8
Application Number:

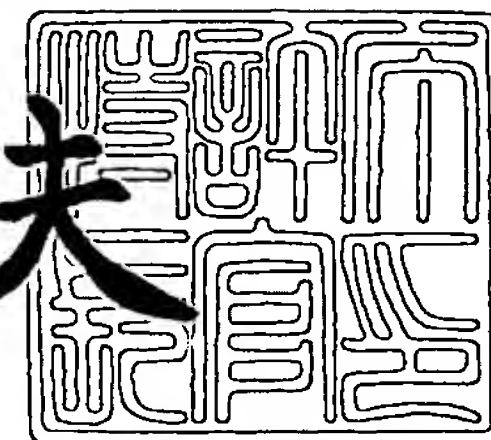
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 6 6 2 8 8]

出 願 人 コニカミノルタホールディングス株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 DKT2582250

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05B 33/14
C09K 11/06 602
C09K 11/06 645

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地コニカ株式会社内

 【氏名】 押山 智寛

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地コニカ株式会社内

 【氏名】 硯里 善幸

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地コニカ株式会社内

 【氏名】 北 弘志

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

 【代表者】 岩居 文雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012265

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 e V を超えて 0. 5 0 e V 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 2】 ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 e V を超えて 0. 5 0 e V 以下であり、且つホスト化合物のりん光波長が 3 0 0 nm 以上、4 6 0 nm 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 3】 ホスト化合物のりん光波長が 3 0 0 nm 以上、4 3 0 nm 以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 4】 ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 e V を超えて 0. 5 0 e V 以下であり、ホスト化合物のりん光波長が 3 0 0 nm 以上、4 3 0 nm 以下であり、且つりん光性化合物のりん光波長が 3 8 0 nm 以上、4 8 0 nm 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 5】 りん光性化合物がオスミウム、イリジウムまたは白金錯体系化合物であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項 6】 りん光性化合物がイリジウム錯体系化合物であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子

。 【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は有機エレクトロルミネッセンス素子、及び表示装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ（E L D）がある。E L Dの構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子（以後、有機E L素子ともいう）が挙げられる。無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。

【 0 0 0 3 】

一方、有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光する化合物を含有する発光層を陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・りん光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であり、更に自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために、省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

【 0 0 0 4 】

今後の実用化に向けた有機E L素子の開発としては、更に低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機E L素子が望まれているわけであり、例えば、特許第3 0 9 3 7 9 6号明細書にはスチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体又はトリススチリルアリーレン誘導体に、微量の蛍光体をドーピングし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成する技術が、また特開昭6 3 - 2 6 4 6 9 2号公報には8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の

蛍光体をドーピングした有機発光層を有する素子が、更に特開平 3 - 2 5 5 1 9 0 号公報には 8 - ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーピングした有機発光層を有する素子が報告されている。

【 0 0 0 5 】

上記文献に開示されている技術では、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が 1 : 3 であるため発光性励起種の生成確率が 2 5 % であることと、光の取り出し効率が約 2 0 % であるため、外部取り出し量子効率 (η_{ext}) の限界は 5 % とされている。

【 0 0 0 6 】

ところが、M. A. Baldo et al., nature、3 9 5 巻、1 5 1 - 1 5 4 ページ (1 9 9 8 年) において、プリンストン大より励起三重項からのりん光発光を用いる有機 EL 素子の報告がされて以来、M. A. Baldo et al., nature、4 0 3 巻、1 7 号、7 5 0 - 7 5 3 ページ (2 0 0 0 年)、米国特許第 6, 0 9 7, 1 4 7 号明細書に見られるように、室温でりん光を示す材料の研究が活発になってきている。

【 0 0 0 7 】

励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が 1 0 0 % となるため、励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が 4 倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られ、照明用にも応用可能であり注目されている。

【 0 0 0 8 】

りん光性化合物をドーパントとして用いるときのホストは、りん光性化合物の発光極大波長よりも短波な領域に発光極大波長を有することが必要であることはもちろんであるが、その他にも満たすべき条件があることが分かってきた。

【 0 0 0 9 】

緑色系のりん光性化合物をドーパントとして用いた場合、電子輸送系の材料をホスト化合物として用いている例や (例えば、非特許文献 1 参照。)、CBP のようないくつかのカルバゾール誘導体をホスト化合物としてりん光性素子を作製した例 (例えば、特許文献 1 参照。)、またアミン系のカルバゾール誘導体をホスト化合物としてりん光性素子を作製した例 (例えば、特許文献 2、3、4 参照

。)があるが、実用化に耐えうる安定した素子作製のためには、層構成をより複雑にする必要があるのが現状である（例えば、非特許文献 2 参照。）。

また、青～青緑色のりん光性化合物をドーパントとして用いた場合、C B P のようなカルバゾール誘導体をホスト化合物として使用した例があるが、その外部取り出し量子効率が 6 % であり、不十分な結果であり（例えば、非特許文献 3 参照。）、改良の余地が残っている。これは、青色の光を発生するりん光性有機 E L 素子は、りん光性化合物の最低励起三重項よりも同等またはそれ以上の高い最低励起三重項エネルギーを持つ化合物が発光ホスト、またはそれと隣接する層を構成する化合物（例えば、正孔輸送材料、電子輸送材料または正孔阻止材料等）として必要である一方、移動度に関しても高いものが必要であるが、今だにその指標が見出せていないため、効率の高い青色発光の素子が発見されていないのが現状である。

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】

米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 0 3 4 6 5 6 号明細書

【 0 0 1 1 】

【特許文献 2】

特開 2 0 0 1 - 3 1 3 1 7 8 号公報

【 0 0 1 2 】

【特許文献 3】

特開 2 0 0 1 - 3 1 3 1 7 9 号公報

【 0 0 1 3 】

【特許文献 4】

特開 2 0 0 2 - 1 8 4 5 8 1 号公報

【 0 0 1 4 】

【非特許文献 1】

A p p l i e d P h y s i c s L e t t e r s 、第 7 7 巻、6 号
、9 0 4 - 9 0 6 ページ（2 0 0 0 年）

【 0 0 1 5 】

【非特許文献2】

パイオニア技術情報誌、第11巻、第1号、13-20ページ

【0016】

【非特許文献3】

第62回応用物理学会学術講演会予稿集12-a-M8

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、発光輝度、発光寿命の両立を達成した有機エレクトロルミネッセンス素子、およびこれを用いた表示装置を提供するものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】

本発明の上記目的は、下記の構成により達成された。

【0019】

1) ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 eV を超えて 0.50 eV 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0020】

2) ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 eV を超えて 0.50 eV 以下であり、且つホスト化合物のりん光波長が 300 nm 以上、460 nm 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0021】

3) ホスト化合物のりん光波長が 300 nm 以上、430 nm 以下であることを特徴とする前記 2) に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0022】

4) ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 eV を超えて 0.50 eV 以下であり、且つホスト化合物のりん光波長が 300 nm 以上、460 nm 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

トロールミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 e V を超えて 0. 5 0 e V 以下であり、ホスト化合物のりん光波長が 3 0 0 nm 以上、4 3 0 nm 以下であり、且つりん光性化合物のりん光波長が 3 8 0 nm 以上、4 8 0 nm 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 3 】

5) りん光性化合物がオスミウム、イリジウムまたは白金錯体系化合物であることを特徴とする前記 1) ~ 4) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 4 】

6) りん光性化合物がイリジウム錯体系化合物であることを特徴とする前記 1) ~ 4) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 5 】

7) 前記 1) ~ 6) のいずれか 1 項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

【 0 0 2 6 】

以下、本発明を詳細に説明する。

本発明者等は、鋭意検討の結果、ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光層のホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の再配向エネルギーが 0 e V を超えて 0. 5 0 e V 以下である場合に、高い発光輝度を示し、且つ発光寿命の長い有機 EL 素子、及び該素子を有する表示装置を提供できることを見いだした。更に、ホスト化合物のりん光波長が 3 0 0 nm 以上、4 6 0 nm 以下である場合に、更にその効果が大きくなった。ホスト化合物のりん光波長として最も好ましくは、3 0 0 nm 以上、4 3 0 nm 以下である。更に、りん光性化合物のりん光波長が 3 8 0 nm 以上、4 3 0 nm 以下である場合が、最も好ましい。ここで、アニオンラジカルとなる場合の再配向エネルギーは、Gaussian 98 を用いて計算した値である。

【 0 0 2 7 】

密度汎関数法 (DFT法) による計算が好ましく、B3LYP、B3PW91等のキーワードが用いられる。計算する場合の基底関数は、3-21G*、6-31G、6-31G*、cc-pVDZ、cc-pVTZ、LanL2DZ、LanL2MB等を用いることができる。

【0028】

本発明でいうアニオンラジカルとなる場合の再配向エネルギーとは、分子が中性分子からアニオンラジカルとなった時の分子の構造変化を表現するエネルギーのパラメーター λ であり、以下の式で表される。

【0029】

$$\lambda_1 = E_a - E_b \quad (1)$$

$$\lambda_2 = E_c - E_d \quad (2)$$

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 \quad (3)$$

E_a 、 E_b 、 E_c 、 E_d はそれぞれ、 E_a ：基底状態の構造で計算したアニオンラジカルのエネルギー、 E_b ：アニオンラジカルの最適化構造のエネルギー、 E_c ：アニオンラジカルの構造で計算した基底状態のエネルギー、 E_d ：基底状態の最適化構造のエネルギーである。本発明では、 λ ($=\lambda_1 + \lambda_2$) をアニオンラジカルとなる場合の再配向エネルギーと定義する。

【0030】

再配向エネルギーに関しては、“K. Sakanoue, et al., J. Phys. Chem., A1999, 103, 5551-5556”、“M. Malagoli, et al., Chem. Phys. Letters., 327 (2000) 13-17等の文献で参照できる。

【0031】

発光層に含有されるりん光性化合物はキャリアの移動度が劣るため、ホスト化合物がその役割を担うと考えられている。従って、発光層のホスト化合物はキャリアの移動度が高ければ高いほど高輝度の発光が得られるものと思われる。この移動度を支配するパラメーターとして種々検討がなされているが、本発明者らは再配向エネルギーによりその説明が出来うると考えた。イリジウム錯体をりん光性化合物とした場合、発光層のホスト化合物として電子輸送性の高い化合物が高

い素子性能を示すことから、ホスト化合物としてはアニオンラジカルとなる場合の挙動が特に重要となる。また、有機 E L 素子の寿命に関しても、移動度が高い方が分子上をホッピング移動するキャリアの滞在時間が短いため、材料の化学的劣化は小さいものと思われる。我々はりん光素子のホスト化合物を従来の C B P に変え、再配向エネルギーが小さいと計算された化合物について、りん光性有機 E L 素子をホスト化合物として同様の検討をしたところ、素子の輝度、及び寿命が高くなることが分かった。

【 0 0 3 2 】

本発明は、りん光性素子のホスト化合物の再配向エネルギーが 0 e V を超えて 0 . 5 0 e V 以下に抑えることで素子の輝度、寿命特性を高めたものである。計算は分子軌道計算ソフト G a u s s i a n 9 8 を用いた (G a u s s i a n 9 8 , R e v i s i o n A . 1 1 . 4 , M . J . F r i s c h , e t a l , G a u s s i a n , I n c . , P i t t s b u r g h P A , 2 0 0 2 .) 。

【 0 0 3 3 】

本発明でいうりん光波長とは、化合物をエタノールとメタノールの比率が 4 : 1 の溶媒に溶解し、温度 7 7 K で測定したりん光スペクトルにおいて、0 - 0 バンドに相当する波長である。

【 0 0 3 4 】

アニオンラジカルとなる場合の再配向エネルギーを抑えるためには、アニオンラジカルとなった時の分子構造がなるべく固定され、自由に動けないようにすることが必要である。再配向エネルギーを小さくするためには、ベンゼン環等の芳香環に置換基を導入して分子構造の二面角の自由度を低下させたり、分子内に嵩高いアルキレン鎖を導入することなどにより達成できるものと考えられる。

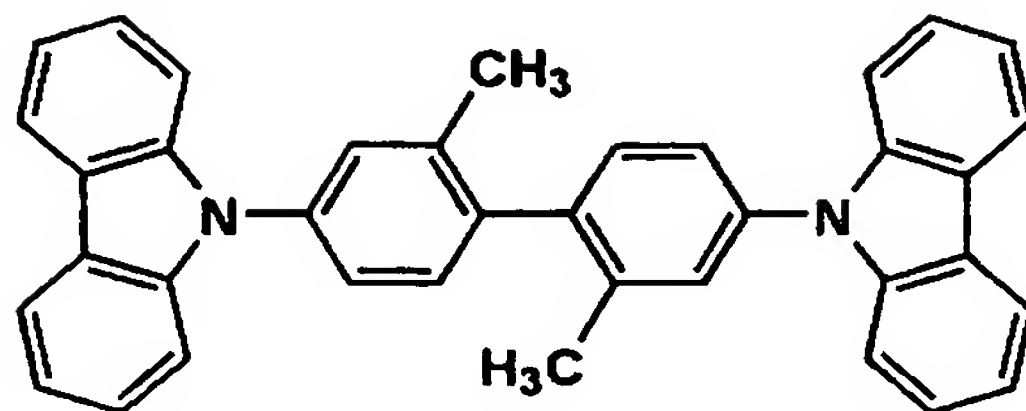
【 0 0 3 5 】

以下に、本発明の化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。

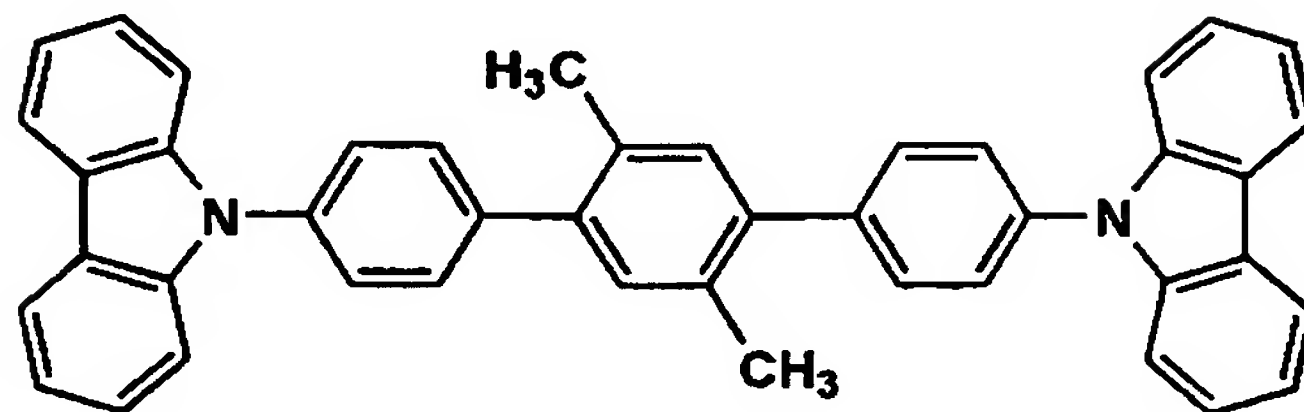
【 0 0 3 6 】

【化1】

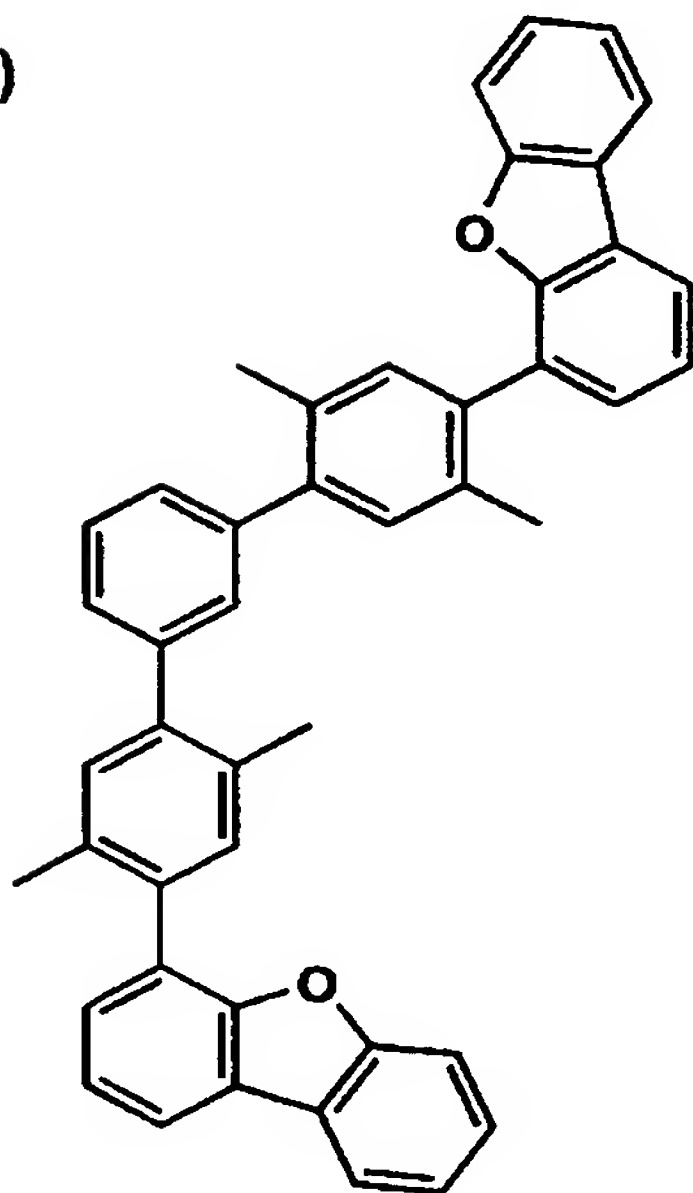
TCBP1



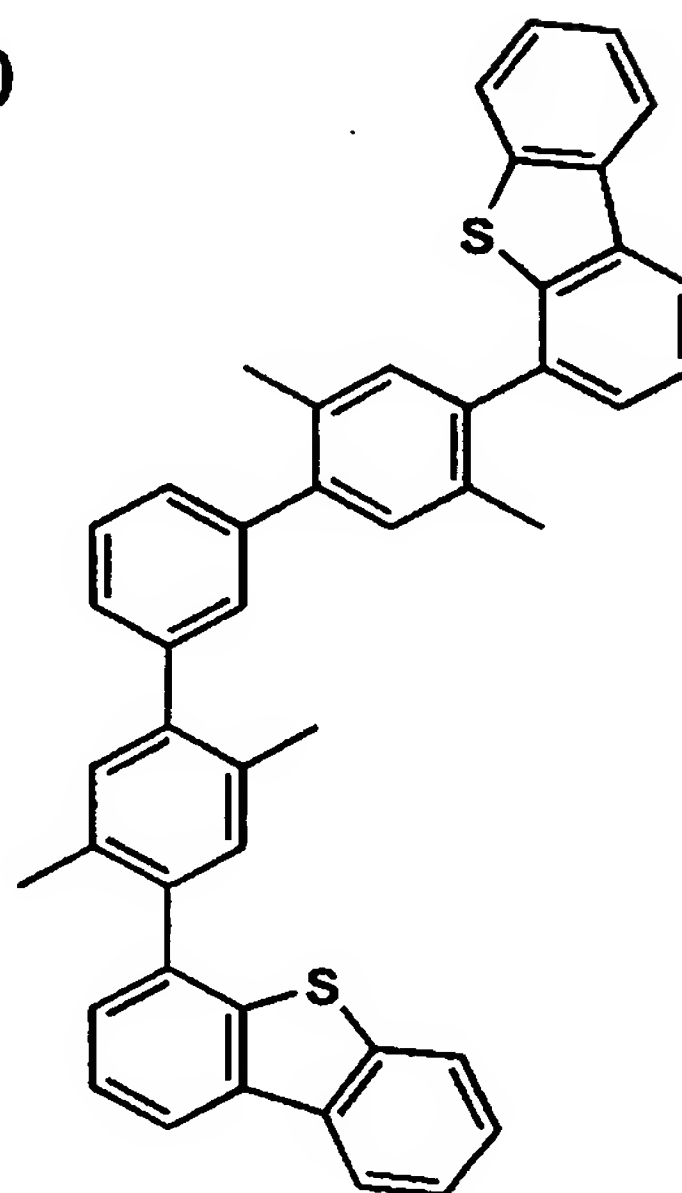
TCBP2



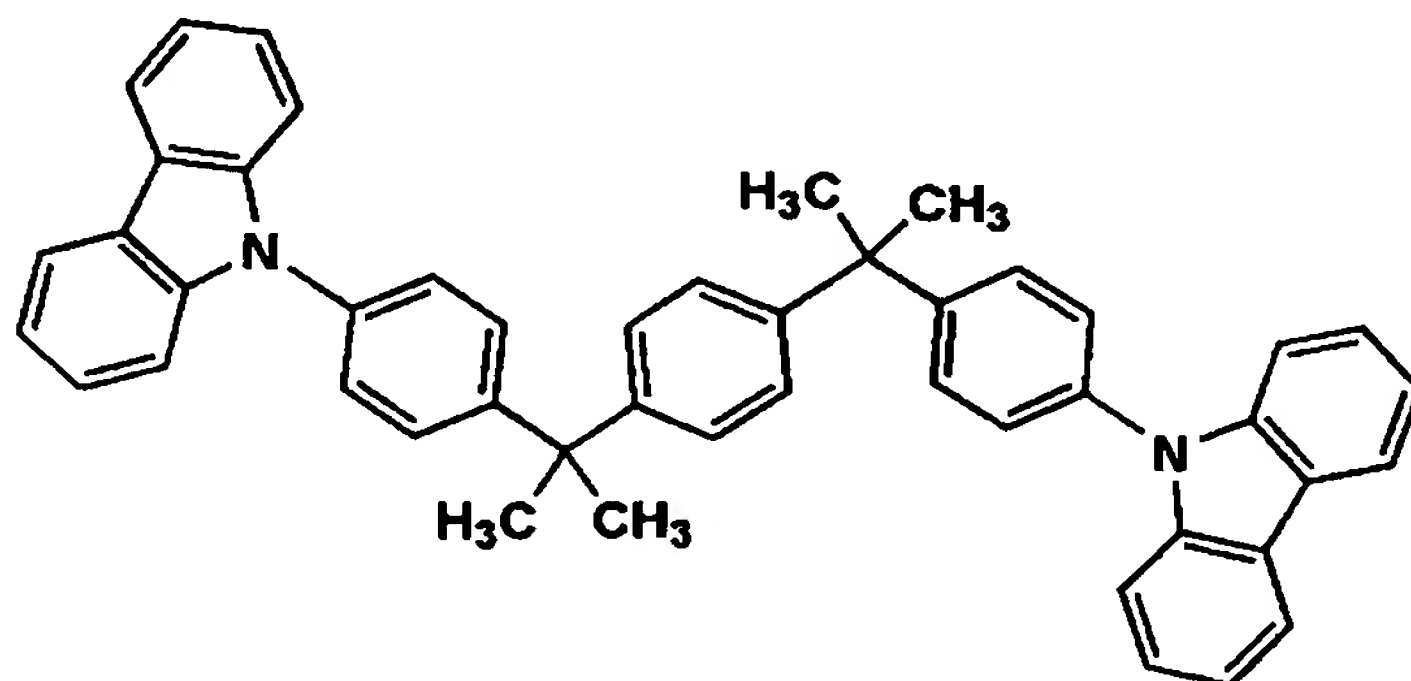
(1)



(2)

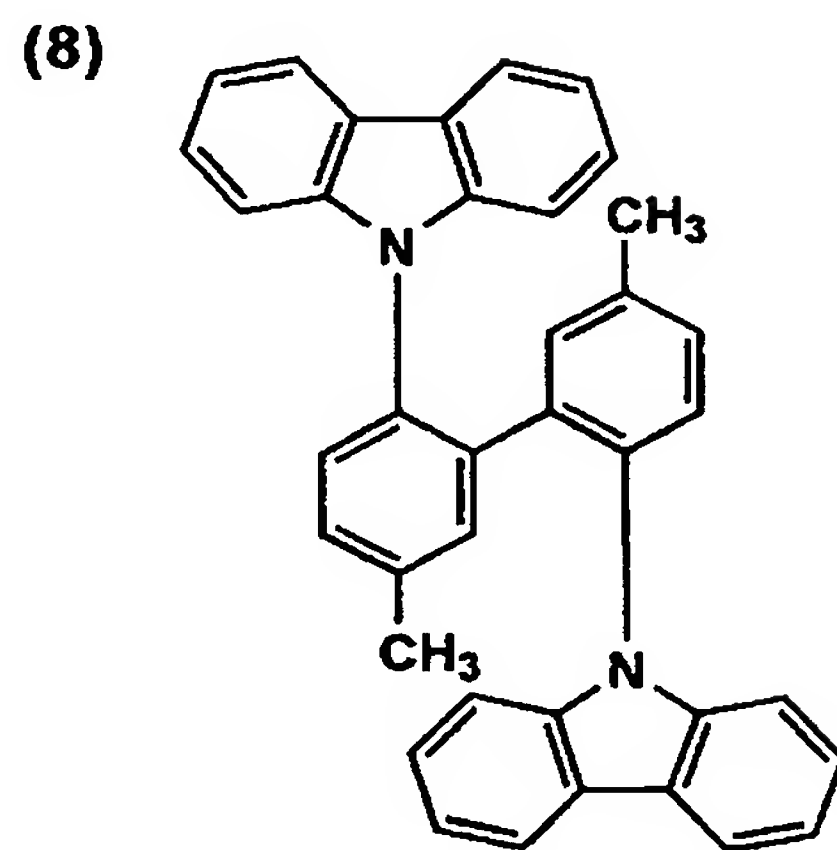
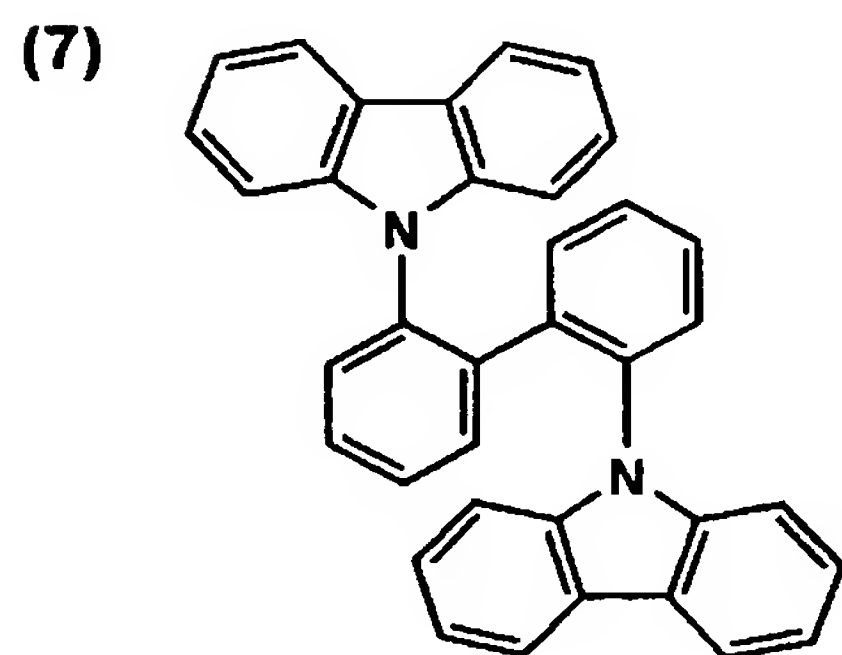
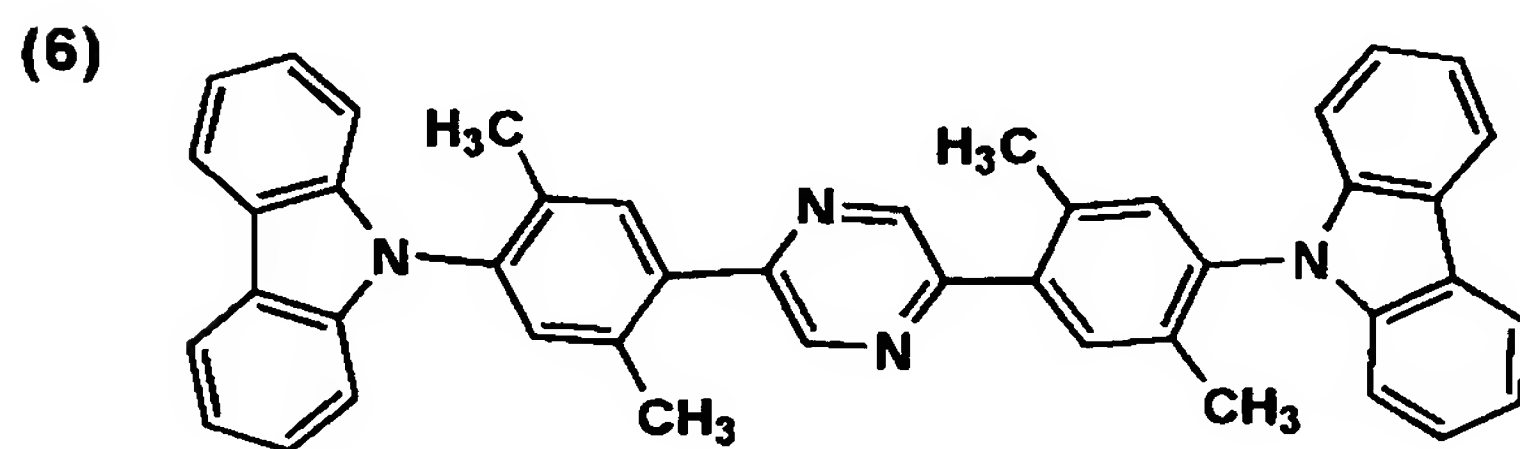
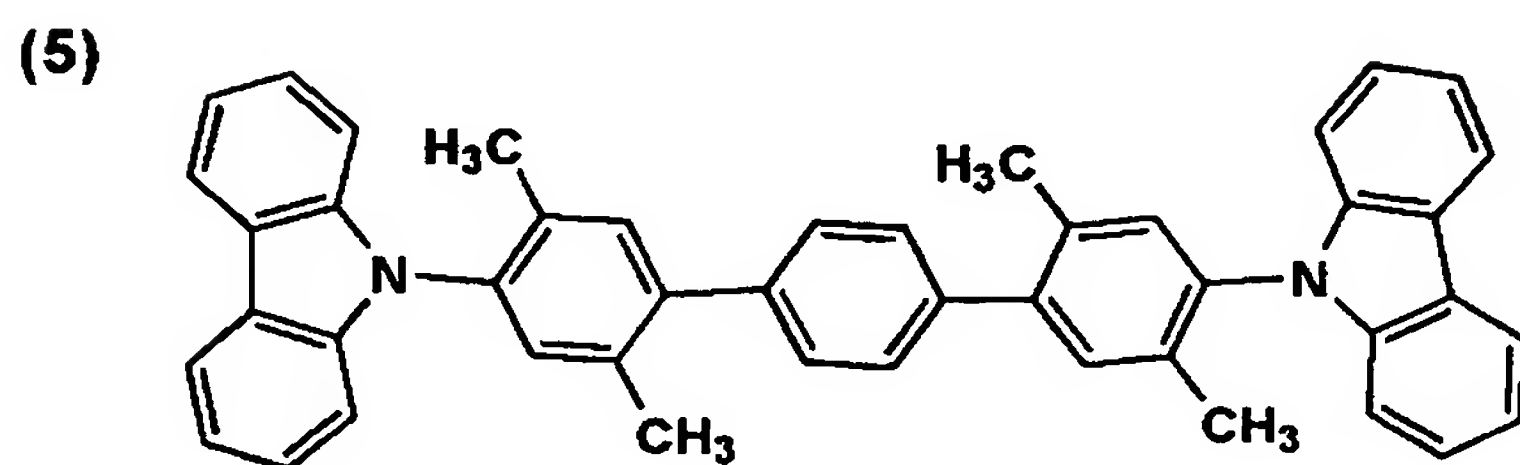
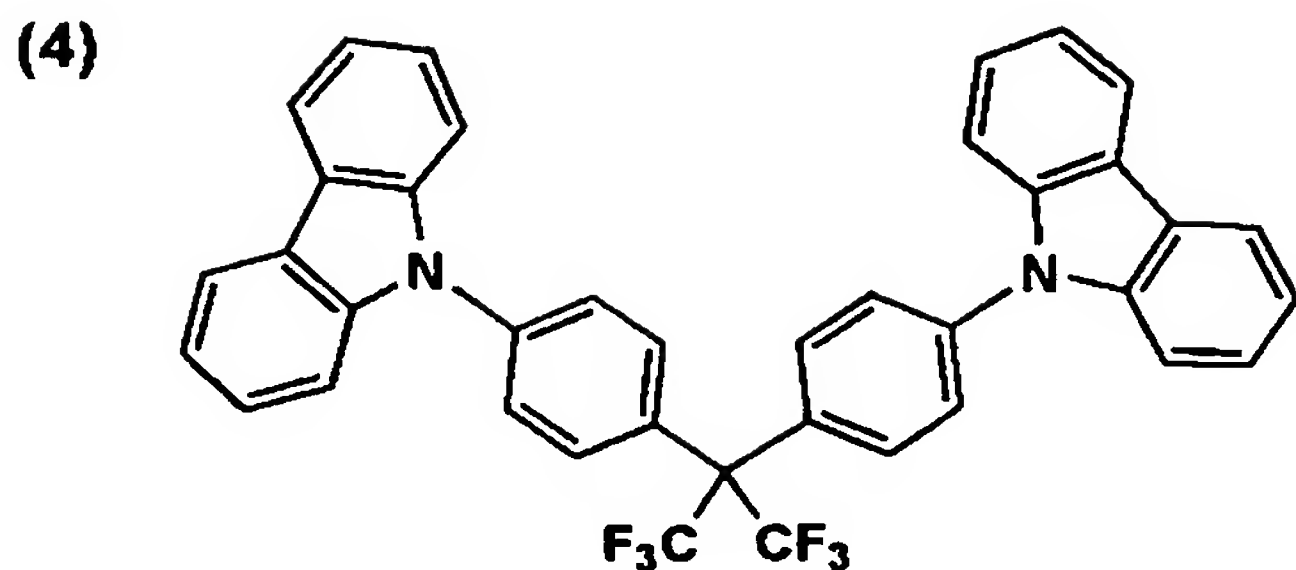


(3)



【0037】

【化2】



【 0 0 3 8 】

本発明のホスト化合物としては、カルバゾール誘導体が好ましいが、先の説明のようにアニオンラジカルの再配向エネルギーが小さくなるような分子設計により、これ以外のものでも十分に機能させることができる。

【 0 0 3 9 】

本発明においては、発光層にりん光性化合物を併用するが、E L 素子のりん光性化合物として使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【 0 0 4 0 】

例えば、特開 2 0 0 1 - 2 4 7 8 5 9 号公報に挙げられるイリジウム錯体あるいは国際公開 0 0 / 7 0 , 6 5 5 号パンフレット 6 ~ 1 8 ページに挙げられるような式で表される、例えば、トリス (2 - フェニルピリジン) イリジウム等やオスミウム錯体、あるいは 2 , 3 , 7 , 8 , 1 2 , 1 3 , 1 7 , 1 8 - オクタエチル - 2 1 H , 2 3 H - ポルフィリン白金錯体のような白金錯体もドーパントとして挙げられる。ドーパントとしてこのようなりん光性化合物を用いることにより、内部量子効率の高い発光有機 E L 素子を実現できる。

【 0 0 4 1 】

これらのりん光性化合物として具体的に好ましいのは、特に元素の周期律表で VIII 属の金属を中心金属とする錯体系化合物である。更に好ましくは、中心金属がオスミウム、イリジウムまたは白金錯体系化合物である。最も好ましくはイリジウム錯体である。

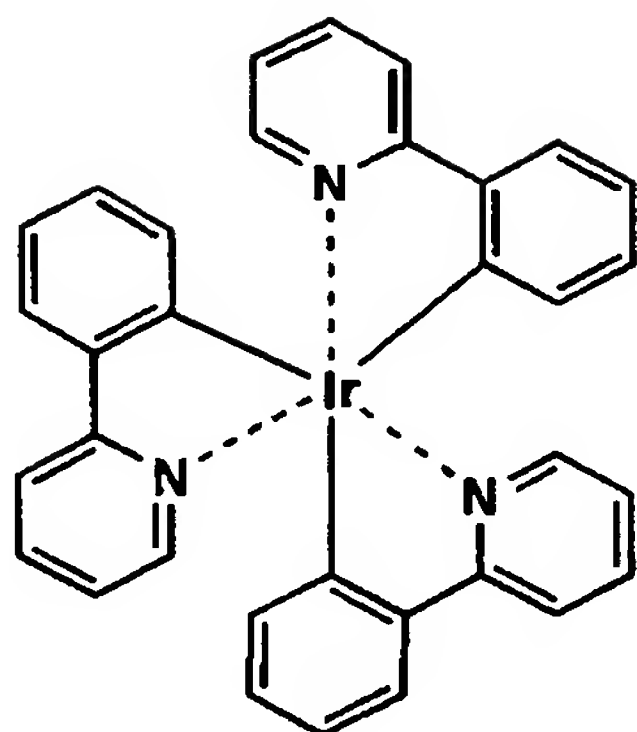
【 0 0 4 2 】

これらのりん光性化合物としては、以下の化合物が挙げられる。

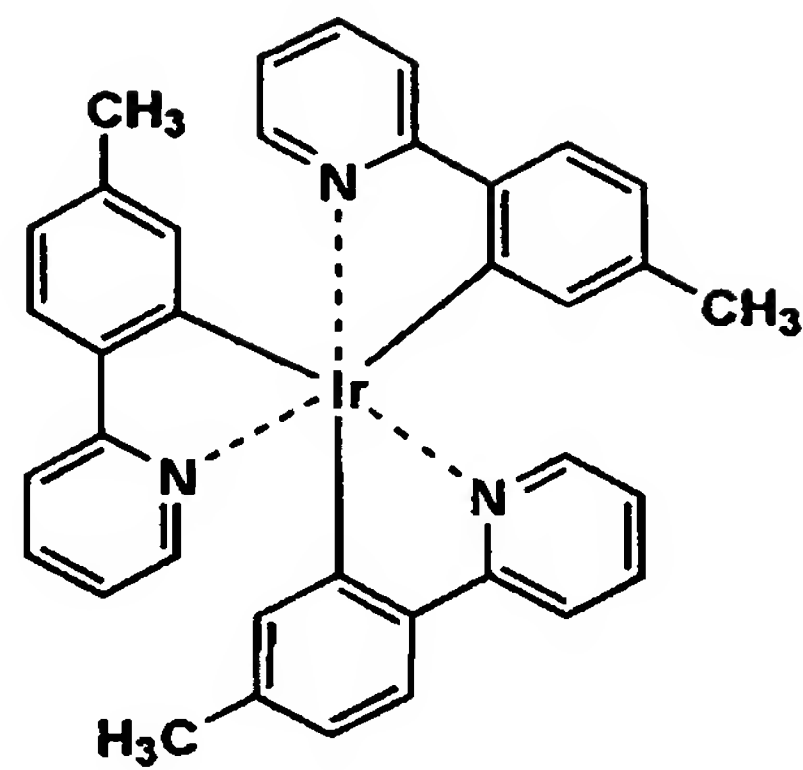
【 0 0 4 3 】

【化 3】

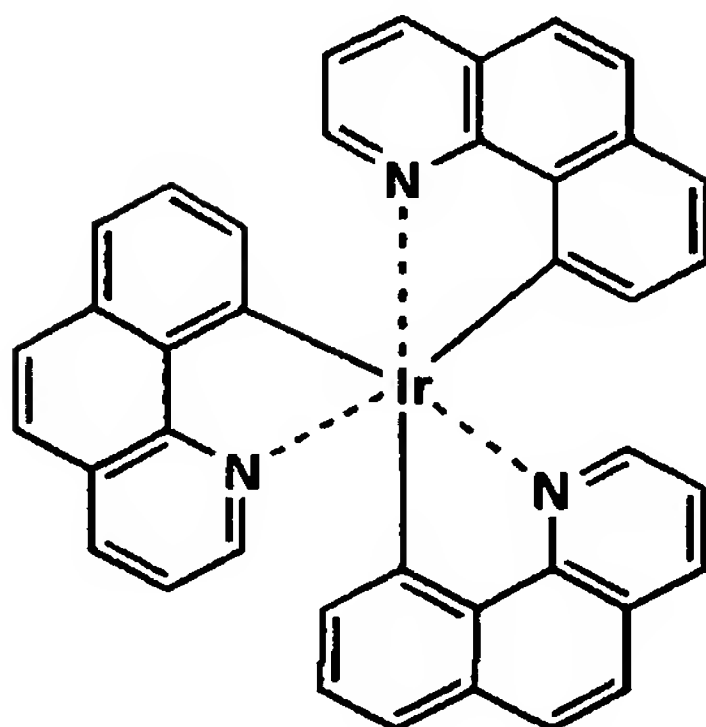
Ir-1



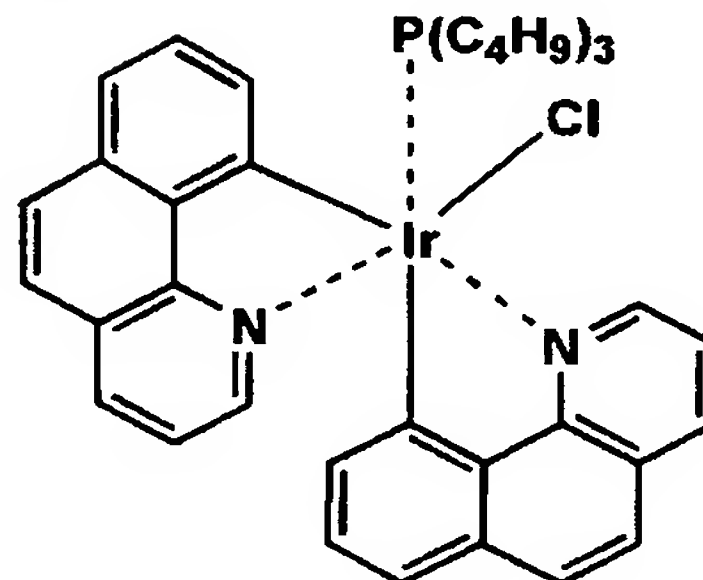
Ir-2



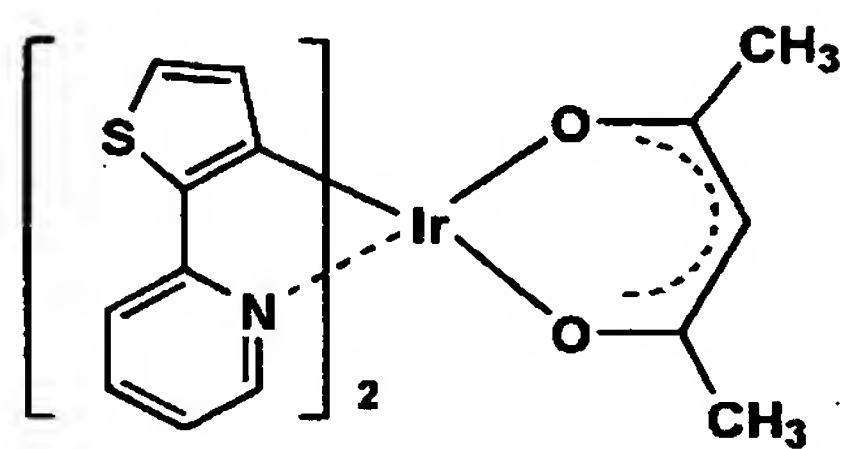
Ir-3



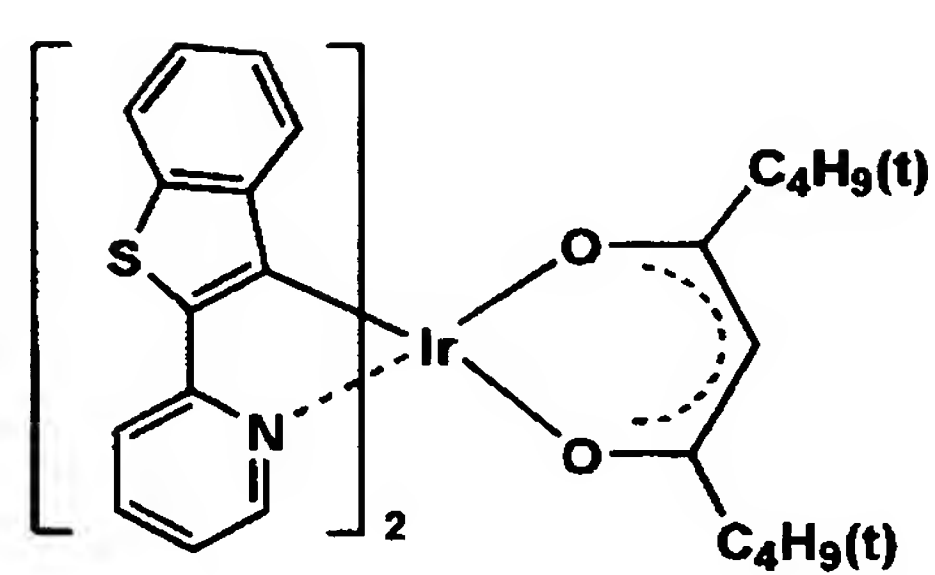
Ir-4



Ir-5



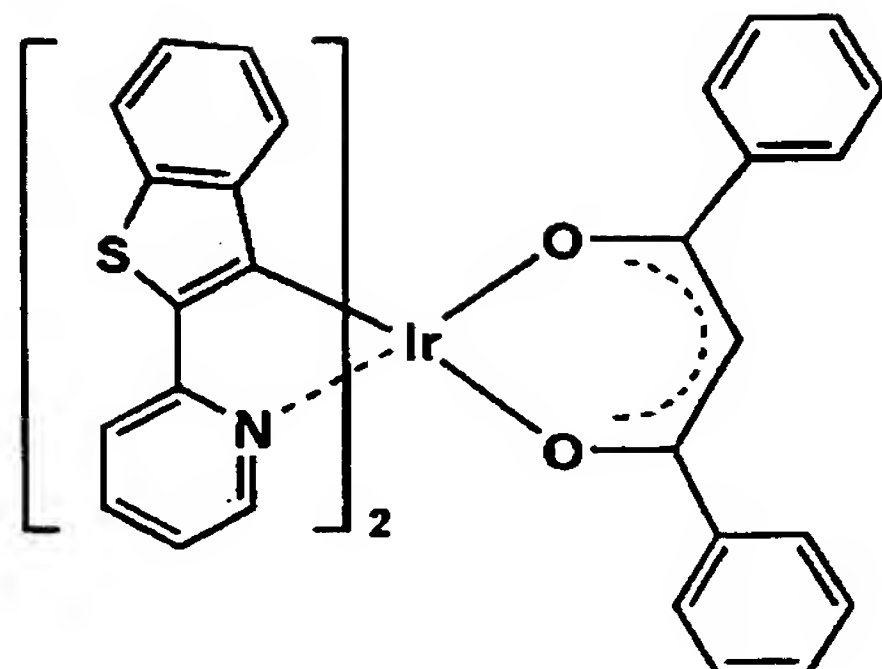
Ir-6



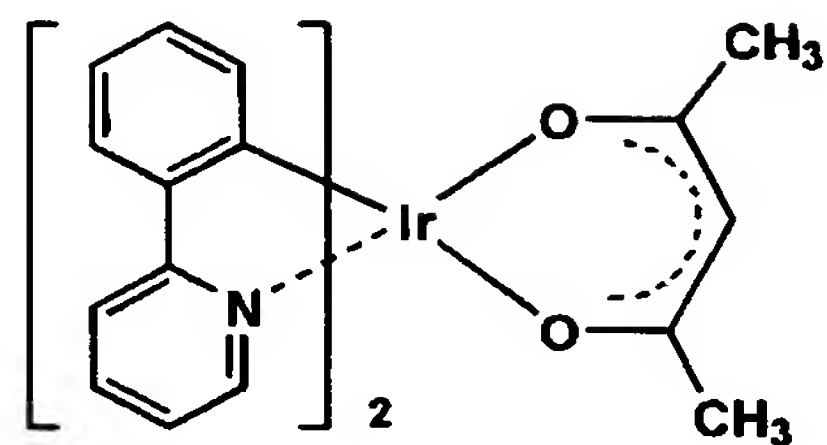
【 0 0 4 4 】

【化 4】

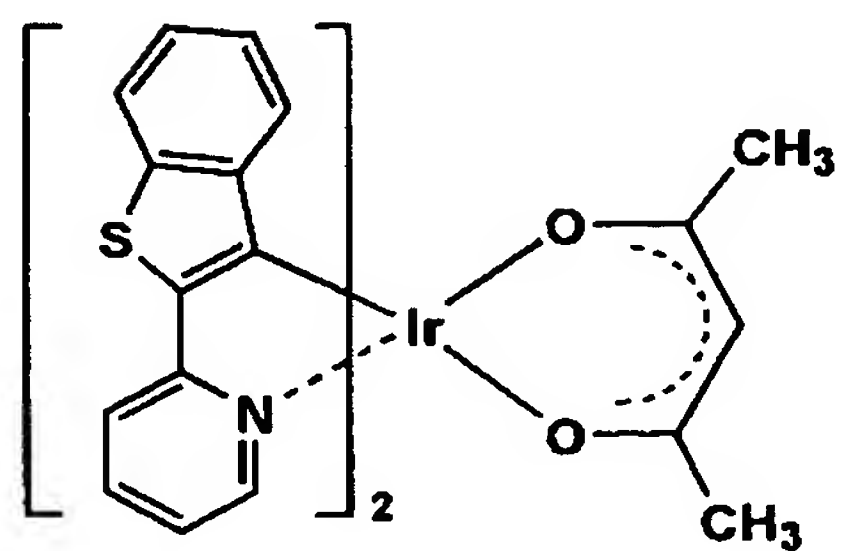
Ir-7



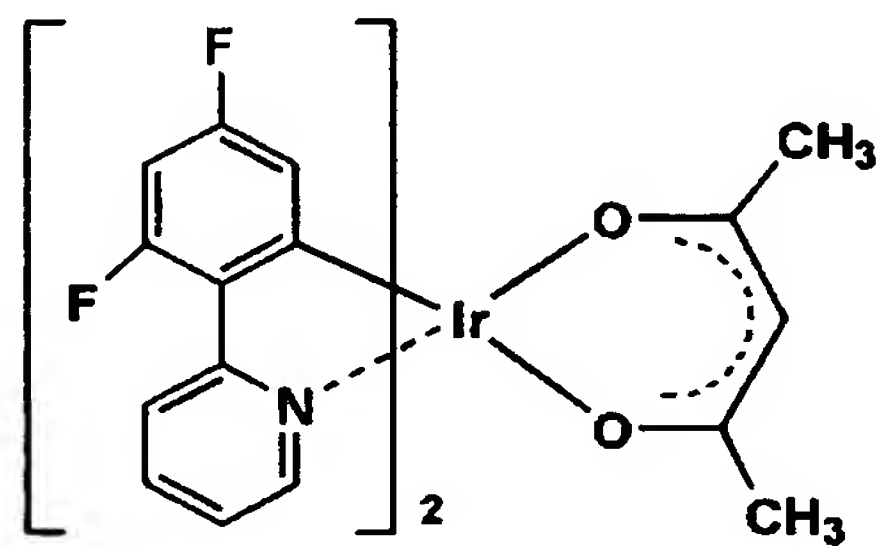
Ir-8



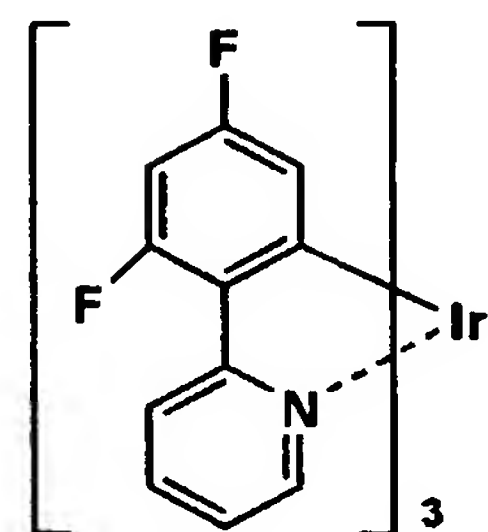
Ir-9



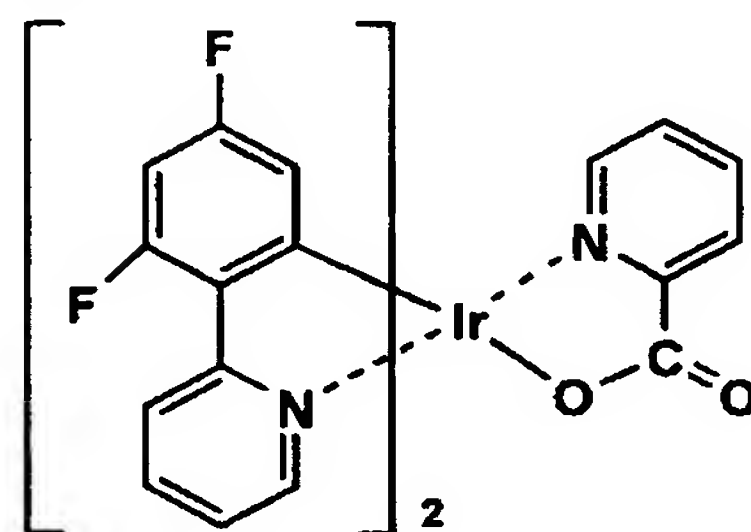
Ir-10



Ir-11



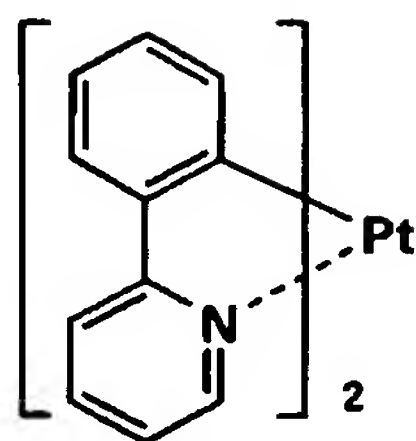
Ir-12



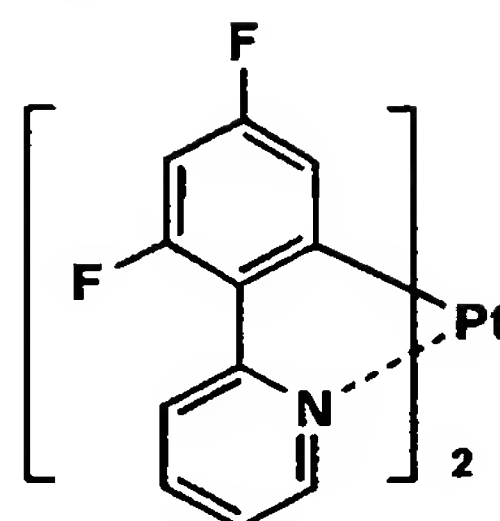
【0045】

【化 5】

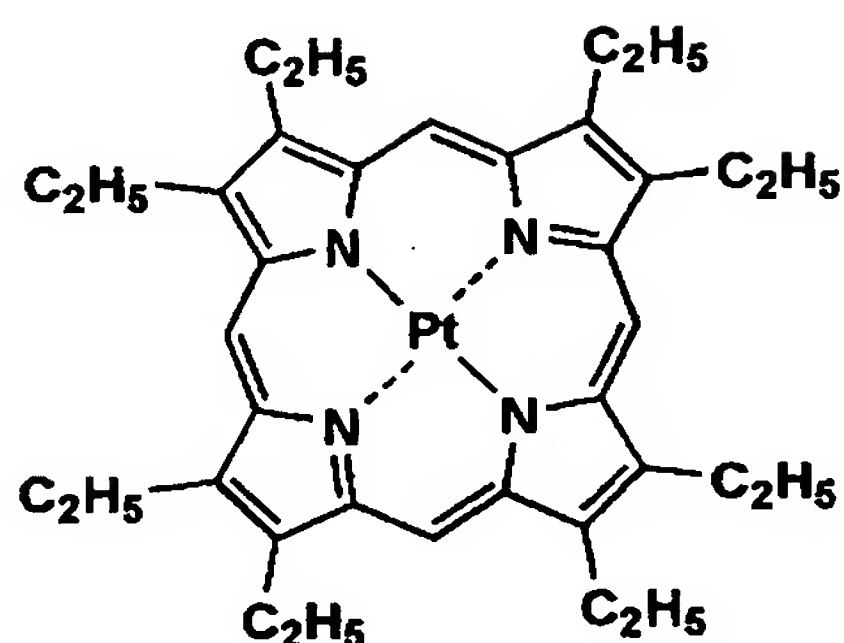
Pt-1



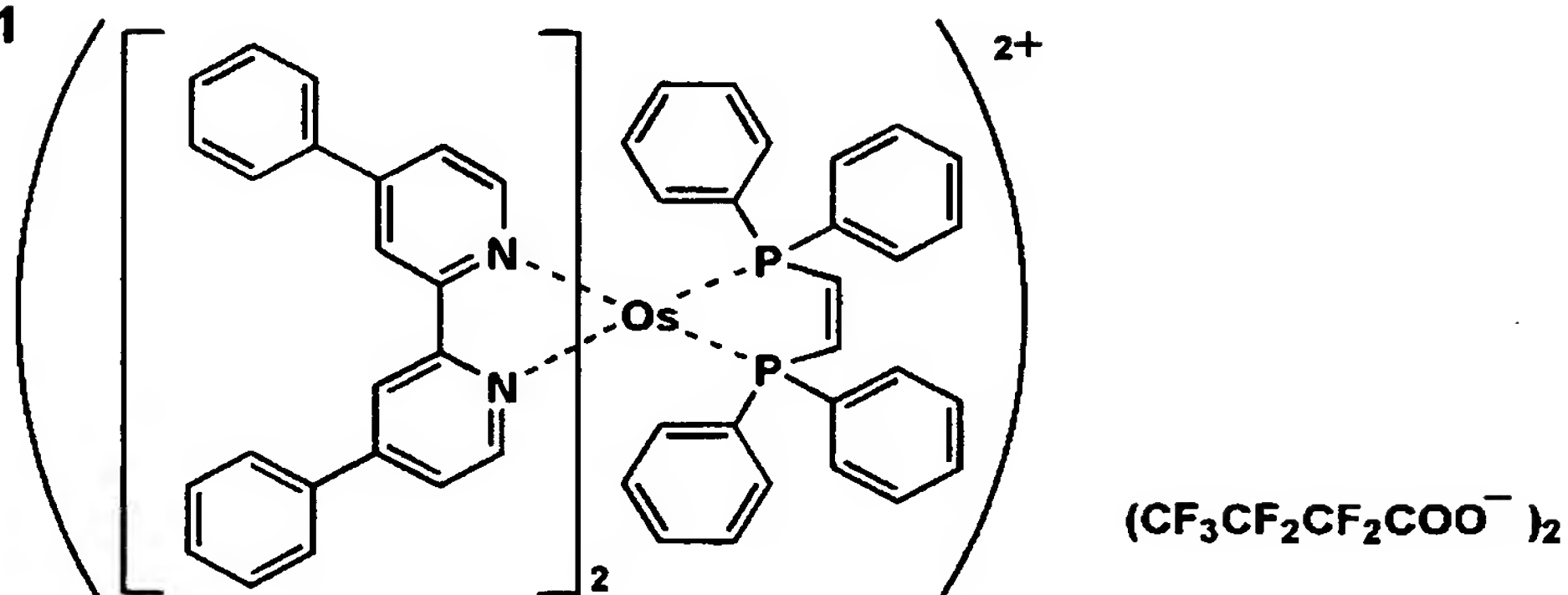
Pt-2



Pt-3



A-1



【0046】

これらの発光層は上記化合物を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の薄膜化法により製膜して形成することができる。

【0047】

発光層は、これらの発光材料一種又は二種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

【0048】

本発明のりん光性化合物は溶液中のりん光量子収率が、25℃において0.001以上である。好ましくは、0.01以上である。更に、好ましくは、0.1以上である。りん光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398ページ(1992年版、丸善)に記載の方法で測定することができる。

【0049】

本発明の化合物の代表的製造例を以下に示す。その他の化合物についても同様の方法により製造することができる。

【0050】

(合成例1) 化合物TCBP1の合成

4,4'-ジブロモ-2,2'-ジメチルビフェニル3.0gとカルバゾール2.9gを、塩基(ナトリウム-tert-ブトキシド)の存在下、酢酸パラジウムとトリ-tert-ブチルホスフィンに触媒として添加し、脱水キシレン中120℃で4時間加熱攪拌した。その後、反応液にテトラヒドロフラン、酢酸エチル、水を加えてけいそう土で濾過した後、有機層を抽出した。硫酸マグネシウムで乾燥後、溶媒を減圧留去し、カラムクロマトグラフィーで精製した後、トルエンで再結晶し、目的の化合物TCBP1を3.7g得た。(収率82%)。NMRおよびマススペクトルにより、目的化合物TCBP1であることを確認した。

【0051】

(合成例2) 化合物TCBP2の合成

1-ブロモ-4-ヨードベンゼン50g、カルバゾール24g、銅粉0.6g、炭酸カリウム19gをジメチルホルムアミドに添加し、11時間加熱還流した。反応終了後、有機層を抽出し、カラム精製を行った。精製後の化合物を酢酸エチルで再結晶させると、白色の化合物(A)を33g得た(収率72%)。化合物(A)8gを脱水テトラヒドロフラン100mlに溶解し、ドライアイスで-70℃に保った。ブチルリチウム-n-ヘキサン溶液を24ml添加し、1時間攪拌後、トリメトキシボラン6.0mlを脱水テトラヒドロフラン20mlに溶解し添加し、一昼夜室温で攪拌した。その後、10%硫酸を添加し、1時間攪拌

した。溶媒を留去した後、アセトニトリルを20ml添加しろ過してろ取した化合物(B)を4.5g得た。化合物(B) 3.0gと2,5-ジブロモ-p-キシレン1.2gを脱水テトラヒドロフラン200mlに溶解し、炭酸ナトリウムとパラジウム触媒を使用して、20時間加熱攪拌した。反応終了後、酢酸エチルと水を加えて有機層を抽出した。硫酸マグネシウムで乾燥後、溶媒を減圧留去してからカラムクロマトグラフィーで精製した後、トルエンで再結晶し、化合物TCBP2を1.2g得た(収率45%)。

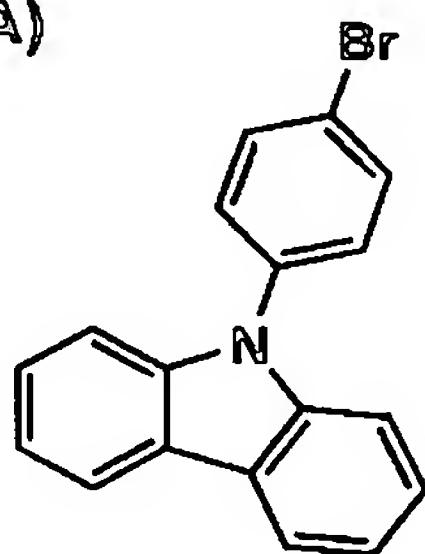
【0052】

NMRスペクトル、マススペクトルにより化合物TCBP2であることを確認した。融点は320℃から321℃であった。

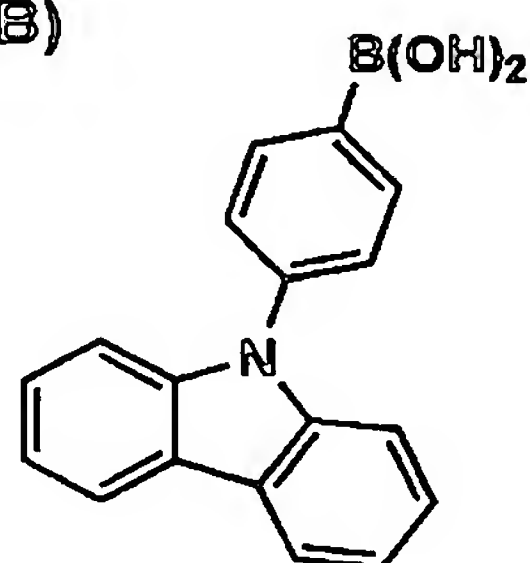
【0053】

【化6】

化合物(A)



化合物(B)



【0054】

本発明のホスト化合物は、複数の発光性ドーパントと組み合わせて、白色の発光を生じる有機エレクトロルミネッセンス素子に関するものも含まれるが、現在のところ単一の発光材料で白色発光を示すものがないため、複数の発光材料により複数の発光色を同時に発光させて混色により白色発光を得ている。複数の発光色の組み合わせとしては、青色、緑色、青色の3原色の3つの発光極大波長を含有させたものでもよいし、青色と黄色、青緑と橙色等の補色の関係を利用した2つの発光極大波長を含有したものでもよい。

【0055】

また、複数の発光色を得るための発光材料の組み合わせは、複数のりん光また

は蛍光で発光する材料を、複数組み合わせたもの、蛍光またはりん光で発光する発光材料と、発光材料からの光を励起光として発光する色素材料との組み合わせたもののいずれでもよい。

【0056】

正孔輸送層を設ける場合は、材料に特に制限はないが、アノード電極からの正孔を発光する層に伝達する機能を有していればよく、従来、光導電材料において、正孔の電荷注入材料として慣用されているものや、EL素子の正孔輸送層に用いられている公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0057】

電子輸送層を設ける場合においても、特に制限がなく、カソード電極からの電子を発光する層に伝達する機能を有していれば、従来公知の材料の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0058】

〔有機EL素子の構成層〕

本発明の有機EL素子の構成層について説明する。

【0059】

本発明において、有機EL素子の層構成の好ましい具体例を以下に示すが、本発明はこれらに限定されない。

【0060】

(i) 陽極／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極

(ii) 陽極／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極

(iii) 陽極／陽極バッファ層／正孔輸送層／発光層／正孔阻止層／電子輸送層／陰極バッファ層／陰極

《陽極》

有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい（4 eV以上）金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAu等の金属、CuI、インジウムチンオキシド（ITO）、SnO₂、ZnO等の導電性透明材料が挙げられ

る。また、 IDIXO ($\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$) 等非晶質で透明導電膜を作製可能な材料を用いてもよい。陽極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させ、フォトリソグラフィー法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は ($100\mu\text{m}$ 以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を 10% より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常 $10\sim 1000\text{nm}$ 、好ましくは $10\sim 200\text{nm}$ の範囲で選ばれる。

【0061】

《陰極》

一方、陰極としては、仕事関数の小さい (4eV 以下) 金属 (電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム (Al_2O_3) 混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属等が挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化等に対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム (Al_2O_3) 混合物、リチウム/アルミニウム混合物、アルミニウム等が好適である。陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリング等の方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 Ω/\square 以下が好ましく、膜厚は通常 $10\sim 1000\text{nm}$ 、好ましくは $50\sim 200\text{nm}$ の範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機 EL 素子の陽極または陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば発光輝度が向上し好都合である。

【0062】

次に、本発明の有機 E L 素子の構成層として用いられる、注入層、正孔輸送層、電子輸送層等について説明する。

【 0 0 6 3 】

《注入層》：電子注入層、正孔注入層

注入層は必要に応じて設け、電子注入層と正孔注入層があり、上記のごとく陽極と発光層または正孔輸送層の間、及び、陰極と発光層または電子輸送層との間に存在させてもよい。

【 0 0 6 4 】

注入層とは、駆動電圧低下や発光輝度向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機 E L 素子とその工業化最前線（1 9 9 8 年 1 1 月 3 0 日 エヌ・ティー・エス社発行）」の第 2 編第 2 章「電極材料」（1 2 3 ～ 1 6 6 頁）に詳細に記載されており、正孔注入層（陽極バッファ層）と電子注入層（陰極バッファ層）とがある。

【 0 0 6 5 】

陽極バッファ層（正孔注入層）は、特開平 9 - 4 5 4 7 9 号、同 9 - 2 6 0 0 6 2 号、同 8 - 2 8 8 0 6 9 号の各公報にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン（エメラルディン）やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【 0 0 6 6 】

陰極バッファ層（電子注入層）は、特開平 6 - 3 2 5 8 7 1 号、同 9 - 1 7 5 7 4 号、同 1 0 - 7 4 5 8 6 号の各公報にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

【 0 0 6 7 】

上記バッファ層（注入層）はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよ

るが、その膜厚は0.1～100 nmの範囲が好ましい。

【0068】

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層、電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0069】

本発明の有機EL素子においては、発光層のホスト、発光層に隣接する正孔輸送層、発光層に隣接する正孔阻止層すべての材料のりん光極大波長が460 nm以下であることが好ましい。

【0070】

《発光層》

本発明の発光層は、電極または電子輸送層、正孔輸送層から注入されてくる電子および正孔が再結合して発光する層であり、発光する部分は発光層の層内であっても発光層と隣接層との界面であってもよい。

【0071】

この発光層は上記化合物を、例えば、真空蒸着法、スピコート法、キャスト法、LB法などの公知の薄膜化法により製膜して形成することができる。発光層としての膜厚は特に制限はないが、通常は5 nm～5 μmの範囲で選ばれる。この発光層は、これらの発光材料一種又は二種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。本発明の有機EL素子の好ましい態様は、発光層が二種以上の材料からなり、その内の一種が本発明の化合物であるときである。

【0072】

また、この発光層は、特開昭57-51781号公報に記載されているように、樹脂などの結着材と共に上記発光材料を溶剤に溶かして溶液とした後、これをスピコート法などにより薄膜化して形成することができる。このようにして形成された発光層の膜厚については、特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5 nm～5 μmの範囲である。

【0073】

発光層の材料が2種以上であるとき、主成分をホスト、その他の成分をドーパントといい、その場合、主成分であるホスト化合物に対するドーパントの混合比は、好ましくは質量で0.1～15質量%未満である。

【0074】

(ホスト化合物)

「ホスト化合物（単にホストともいう）」とは、2種以上の化合物で構成される発光層中にて混合比（質量）の最も多い化合物のことを意味し、それ以外の化合物については「ドーパント化合物（単に、ドーパントともいう）」という。例えば、発光層を化合物A、化合物Bという2種で構成し、その混合比がA：B＝10：90であれば化合物Aがドーパント化合物であり、化合物Bがホスト化合物である。更に、発光層を化合物A、化合物B、化合物Cの3種から構成し、その混合比がA：B：C＝5：10：85であれば、化合物A、化合物Bがドーパント化合物であり、化合物Cがホスト化合物である。

【0075】

(ドーパント)

次にドーパントについて述べる。

【0076】

原理としては2種挙げられ、一つはキャリアが輸送されるホスト上でキャリアの再結合が起こってホスト化合物の励起状態が生成し、このエネルギーをドーパントに移動させることでドーパントからの発光を得るというエネルギー移動型、もう一つはドーパントがキャリアトラップとなり、ドーパント化合物上でキャリアの再結合が起こりドーパントからの発光が得られるというキャリアトラップ型であるが、いずれの場合においても、ドーパント化合物の励起状態のエネルギーはホスト化合物の励起状態のエネルギーよりも低いことが条件である。

【0077】

《正孔輸送層》

正孔輸送層とは正孔を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で正孔注入層、電子阻止層も正孔輸送層に含まれる。正孔輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0078】

正孔輸送材料としては、特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものやEL素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

【0079】

正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。例えば、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラズロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマー等が挙げられる。

【0080】

正孔輸送材料としては上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

【0081】

芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノフェニル; N, N' -ジフェニル-N, N' -ビス(3-メチルフェニル)-[1, 1' -ビフェニル]-4, 4' -ジアミン(TPD); 2, 2-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)プロパン; 1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)シクロヘキサン; N, N, N', N' -テトラ-p-トリル-4, 4' -ジアミノビフェニル; 1, 1-ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)-4-フェニルシクロヘキサン; ビス(4-ジメチルアミノ-2-メチルフェニル)フェニルメタン; ビス(4-ジ-p-トリルアミノフェニル)フェニルメタン; N, N' -ジフェニル-N, N' -ジ(4-メトキシフェニル)-4, 4' -ジアミノビフェニル; N, N, N', N' -テトラフェニル-4, 4' -ジアミノジフェニルエ

ーテル；4，4′ービス（ジフェニルアミノ）クオードリフェニル；N，N，Nートリ（pートリル）アミン；4ー（ジーpートリルアミノ）ー4′ー〔4ー（ジーpートリルアミノ）スチリル〕スチルベン；4ーN，Nージフェニルアミノー（2ージフェニルビニル）ベンゼン；3ーメトキシー4′ーN，Nージフェニルアミノスチルベンゼン；Nーフェニルカルバゾール、更には米国特許第5，061，569号明細書に記載されている2個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば、4，4′ービス〔Nー（1ーナフチル）ーNーフェニルアミノ〕ビフェニル（NPD）、特開平4ー308688号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが3つスターバースト型に連結された4，4′，4′ートリス〔Nー（3ーメチルフェニル）ーNーフェニルアミノ〕トリフェニルアミン（MTDATA）等が挙げられる。

【0082】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0083】

また、p型ーSi，p型ーSiC等の無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。

【0084】

また、本発明においては正孔輸送層の正孔輸送材料は分子量が600以上1500以下であることが好ましい。

【0085】

この正孔輸送層は上記正孔輸送材料を、例えば、真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、インクジェット法、LB法等の公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5～5000nm程度である。この正孔輸送層は、上記材料の一種または二種以上からなる一層構造であってもよい。

【0086】

《電子輸送層》

電子輸送層とは電子を輸送する機能を有する材料からなり、広い意味で電子注

入層、正孔阻止層も電子輸送層に含まれる。電子輸送層は単層もしくは複数層設けることができる。

【0087】

電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0088】

この電子輸送層に用いられる材料（以下、電子輸送材料という）の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレンなどの複素環テトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体などが挙げられる。更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。

【0089】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0090】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えば、トリス（8-キノリノール）アルミニウム（Alq）、トリス（5,7-ジクロロ-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5,7-ジブromo-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、トリス（5-メチル-8-キノリノール）アルミニウム、ビス（8-キノリノール）亜鉛（Znq）など、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、Ga又はPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、又はそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基などで置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘

導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、 n 型-Si、 n 型-SiCなどの無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

【0091】

《基体（基板、基材、支持体等ともいう）》

本発明の有機EL素子に係る基体としては、ガラス、プラスチック等の種類には特に限定はなく、また透明のものであれば特に制限はないが、好ましく用いられる基板としては例えばガラス、石英、光透過性樹脂フィルムを挙げることができる。特に好ましい基体は、有機EL素子にフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

【0092】

樹脂フィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート（PC）、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）等からなるフィルム等が挙げられる。

【0093】

樹脂フィルムの表面には、無機物もしくは有機物の被膜またはその両者のハイブリッド被膜が形成されていてもよい。

【0094】

本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光の室温における外部取り出し効率は1%以上であることが好ましく、より好ましくは2%以上である。ここに、外部取り出し量子効率（%）＝有機EL素子外部に発光した光子数／有機EL素子に流した電子数×100である。

【0095】

また、カラーフィルター等の色相改良フィルター等を併用してもよい。

〔表示装置〕

本発明の多色表示装置は、表示デバイス、ディスプレイ、各種発光光源として

用いることができる。表示デバイス、ディスプレイにおいて、青、赤、緑発光の 3 種の有機 E L 素子を用いることにより、フルカラーの表示が可能となる。

【 0 0 9 6 】

表示デバイス、ディスプレイとしてはテレビ、パソコン、モバイル機器、A V 機器、文字放送表示、自動車内の情報表示等が挙げられる。特に静止画像や動画像を再生する表示装置として使用してもよく、動画再生用の表示装置として使用する場合の駆動方式は単純マトリックス（パッシブマトリックス）方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでもよい。

【 0 0 9 7 】

発光光源としては家庭用照明、車内照明、時計や液晶用のバックライト、看板広告、信号機、光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるがこれに限定するものではない。

【 0 0 9 8 】

また、本発明に係る有機 E L 素子に共振器構造を持たせた有機 E L 素子として用いてもよい。

【 0 0 9 9 】

このような共振器構造を有した有機 E L 素子の使用目的としては光記憶媒体の光源、電子写真複写機の光源、光通信処理機の光源、光センサーの光源等が挙げられるが、これらに限定されない。また、レーザー発振をさせることにより、上記用途に使用してもよい。

【 0 1 0 0 】

本発明の有機 E L 素子は、照明用や露光光源のような一種のランプとして使用してもよいし、画像を投影するタイプのプロジェクション装置や、静止画像や動画像を直接視認するタイプの表示装置（ディスプレイ）として使用してもよい。動画再生用の表示装置として使用する場合の駆動方式は単純マトリックス（パッシブマトリックス）方式でもアクティブマトリックス方式でもどちらでもよい。または、異なる発光色を有する本発明の有機 E L 素子を 2 種以上使用することにより、フルカラー表示装置を作製することが可能である。

【 0 1 0 1 】

【発明の実施の形態】

本発明の有機EL素子から構成される表示装置の一例を図面に基づいて以下に説明する。

【0102】

図1は、有機EL素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。有機EL素子の発光により画像情報の表示を行う、例えば、携帯電話等のディスプレイの模式図である。

【0103】

ディスプレイ1は、複数の画素を有する表示部A、画像情報に基づいて表示部Aの画像走査を行う制御部B等からなる。

【0104】

制御部Bは、表示部Aと電氣的に接続され、複数の画素それぞれに外部からの画像情報に基づいて走査信号と画像データ信号を送り、走査信号により走査線毎の画素が画像データ信号に応じて順次発光して画像走査を行って画像情報を表示部Aに表示する。

【0105】

図2は、表示部Aの模式図である。

表示部Aは基板上に、複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と、複数の画素3等とを有する。表示部Aの主要な部材の説明を以下に行う。

【0106】

図においては、画素3の発光した光が、白矢印方向（下方向）へ取り出される場合を示している。

【0107】

配線部の走査線5及び複数のデータ線6は、それぞれ導電材料からなり、走査線5とデータ線6は格子状に直交して、直交する位置で画素3に接続している（詳細は図示せず）。

【0108】

画素3は、走査線5から走査信号が印加されると、データ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。発光の色が赤領域の

画素、緑領域の画素、青領域の画素を、適宜、同一基板上に並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0 1 0 9】

次に、画素の発光プロセスを説明する。

図 3 は、画素の模式図である。

【0 1 1 0】

画素は、有機 E L 素子 1 0、スイッチングトランジスタ 1 1、駆動トランジスタ 1 2、コンデンサ 1 3 等を備えている。複数の画素に有機 E L 素子 1 0 として、赤色、緑色、青色発光の有機 E L 素子を用い、これらを同一基板上に並置することでフルカラー表示を行うことができる。

【0 1 1 1】

図 3 において、制御部 B からデータ線 6 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のドレインに画像データ信号が印加される。そして、制御部 B から走査線 5 を介してスイッチングトランジスタ 1 1 のゲートに走査信号が印加されると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオンし、ドレインに印加された画像データ信号がコンデンサ 1 3 と駆動トランジスタ 1 2 のゲートに伝達される。

【0 1 1 2】

画像データ信号の伝達により、コンデンサ 1 3 が画像データ信号の電位に応じて充電されるとともに、駆動トランジスタ 1 2 の駆動がオンする。駆動トランジスタ 1 2 は、ドレインが電源ライン 7 に接続され、ソースが有機 E L 素子 1 0 の電極に接続されており、ゲートに印加された画像データ信号の電位に応じて電源ライン 7 から有機 E L 素子 1 0 に電流が供給される。

【0 1 1 3】

制御部 B の順次走査により走査信号が次の走査線 5 に移ると、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフする。しかし、スイッチングトランジスタ 1 1 の駆動がオフしてもコンデンサ 1 3 は充電された画像データ信号の電位を保持するので、駆動トランジスタ 1 2 の駆動はオン状態が保たれて、次の走査信号の印加が行われるまで有機 E L 素子 1 0 の発光が継続する。順次走査により次に走査信号が印加されたとき、走査信号に同期した次の画像データ信号の電位に応じて駆動

トランジスタ 12 が駆動して有機 EL 素子 10 が発光する。

【0114】

すなわち、有機 EL 素子 10 の発光は、複数の画素それぞれの有機 EL 素子 10 に対して、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタ 11 と駆動トランジスタ 12 を設けて、複数の画素 3 それぞれの有機 EL 素子 10 の発光を行っている。このような発光方法をアクティブマトリクス方式と呼んでいる。

【0115】

ここで、有機 EL 素子 10 の発光は、複数の階調電位を持つ多値の画像データ信号による複数の階調の発光でもよいし、2 値の画像データ信号による所定の発光量のオン、オフでもよい。

【0116】

また、コンデンサ 13 の電位の保持は、次の走査信号の印加まで継続して保持してもよいし、次の走査信号が印加される直前に放電させてもよい。

【0117】

本発明においては、上述したアクティブマトリクス方式に限らず、走査信号が走査されたときのみデータ信号に応じて有機 EL 素子を発光させるパッシブマトリクス方式の発光駆動でもよい。

【0118】

図 4 は、パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。図 4 において、複数の走査線 5 と複数の画像データ線 6 が画素 3 を挟んで対向して格子状に設けられている。

【0119】

順次走査により走査線 5 の走査信号が印加されたとき、印加された走査線 5 に接続している画素 3 が画像データ信号に応じて発光する。

【0120】

パッシブマトリクス方式では画素 3 にアクティブ素子が無く、製造コストの低減が計れる。

【0121】

【実施例】

以下、実施例により本発明を説明するが、本発明はこれらに限定されない。

【0122】

実施例 1

《有機EL素子OLED1-1の作製》：比較用

陽極としてガラス上にITOを150nm成膜した基板（NHテクノグラス社製：NA-45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をisopropylアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行った。

【0123】

この透明支持基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方5つのモリブデン製抵抗加熱ボートに、 α -NPD、CBP、Ir-12、BC、Alq₃をそれぞれ入れ真空蒸着装置に取付けた。

【0124】

次いで、真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、 α -NPDを透明支持基板に膜厚50nmの厚さになるように蒸着し、正孔注入／輸送層を設けた。更に、CBPの入った前記加熱ボートとIr-12の入ったボートをそれぞれ独立に通電してCBPとIr-12の蒸着速度が100：7になるように調節し、膜厚30nmの厚さになるように蒸着し、発光層を設けた。

【0125】

ついで、BCを蒸着し厚さ10nmの正孔阻止層を設けた。更に、Alq₃を蒸着し膜厚40nmの電子輸送層を設けた。

【0126】

次に、真空槽をあけ、電子注入層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクを設置し、一方モリブデン製抵抗加熱ボートにマグネシウム3gを入れ、タングステン製の蒸着用バスケットに銀を0.5g入れ、再び真空槽を 2×10^{-4} Paまで減圧した後、マグネシウム入りのボートに通電して蒸着速度1.5～2.0nm/秒でマグネシウムを蒸着し、この際、同時に銀のバスケットを加熱し、蒸着速度0.1nm/秒で銀を蒸着し、前記マグネシウムと銀との混合物から成る陰極（200nm）として、比較用有機EL素子OLED1-1を作製した。

【0127】

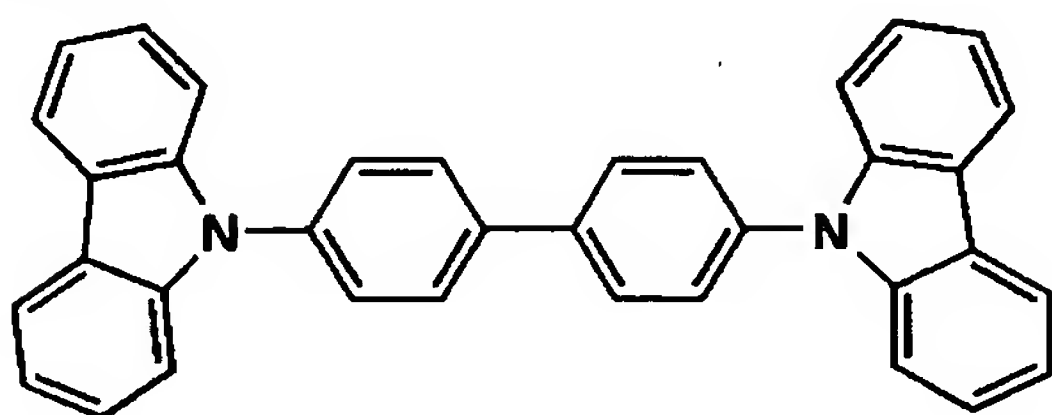
《有機EL素子OLED1-2～1-5の作製》

上記の有機EL素子OLED1-1の作製において、発光層の作製に用いたCBPを表1に記載の化合物に替えた以外は同様にして、有機EL素子OLED1-2～1-5を各々作製した。

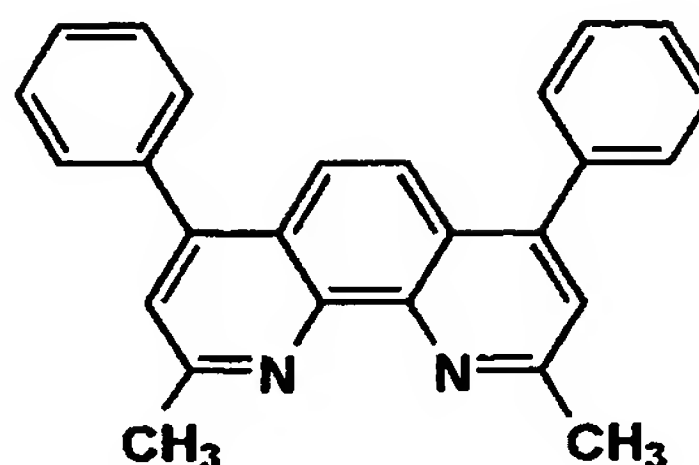
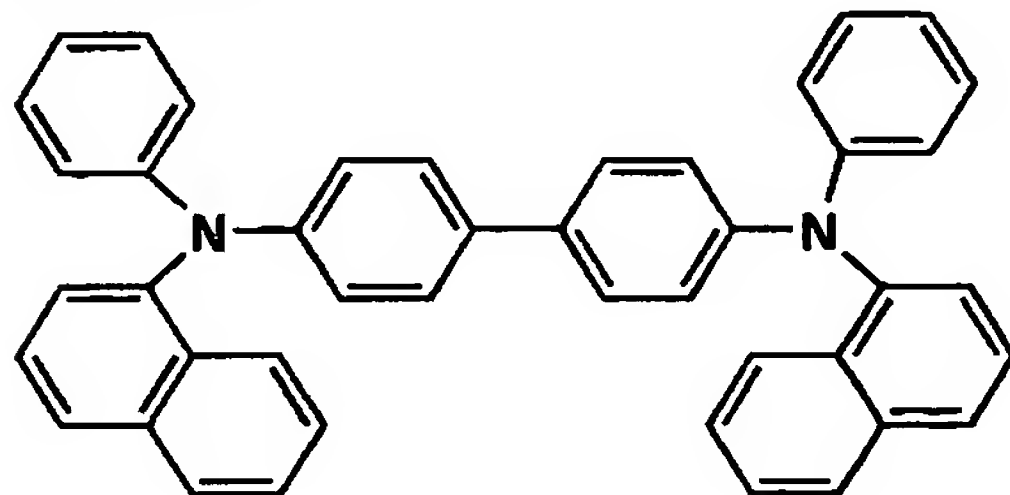
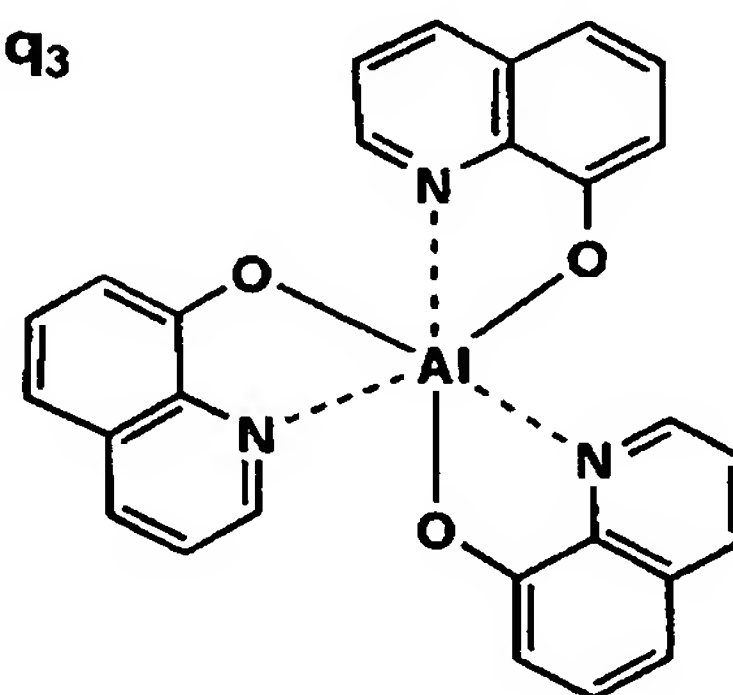
【0128】

【化7】

CBP



BC

 α -NPDAlq₃

【0129】

得られた有機EL素子OLED1-1～1-5の各々について、下記のような評価を行った。

【0130】

《発光輝度、発光寿命》

有機EL素子OLED1-1～1-5の各々の素子を温度23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下で2.5 mA/cm²の電流を供給した時の発光輝度 [cd/m²]、および発光寿命（輝度の半減する時間）を測定した。ここで、発光輝度の測定などはCS-1000（ミノルタ製）を用いた。

【0131】

評価結果を表1に記載するにあたり、発光輝度、発光寿命は各々有機EL素子OLED1-1を100とした時の相対値で表した。得られた結果を表1に示す。

【0132】

【表1】

	発光層の 化合物	再配向 エネルギー/eV	発光輝度 (相対値%値)	発光寿命 (相対値%値)	備 考
OLED1-1	CBP	0.56	100	100	比 較
OLED1-2	TCBP1	0.41	165	135	本発明
OLED1-3	TCBP2	0.29	148	155	本発明
OLED1-4	BC	0.54	105	85	比 較
OLED1-5	※1	0.16	138	129	本発明

※1：本発明の化合物(2)

【0133】

表1から、OLED1-1～1-5で示される素子において比較化合物を用いたOLED1-1、4と比べて、本発明に係る再配向エネルギーの小さな化合物を発光層のホスト化合物として用いたOLED1-2、OLED1-3、OLED1-5の各試料は、発光輝度および発光寿命のいずれにおいても優れていることが判る。

【0134】

なお、CBP、TCBP1、TCBP2、BC、本発明の化合物(2)のりん光波長は表2に示すとおりである。計算値は、B3LYP/LanL2DZによる値である。Ir-12のりん光波長は、458nmであった。

【0135】

【表 2】

化合物名	りん光波長／nm
CBP	465
TCBP1	410
TCBP2	412
BC	476
本発明の化合物(2)	435

【0136】

実施例 2

実施例 1 において、I r - 1 2 を I r - 1 に変えた以外は、実施例 1 と同様に
して有機 E L 素子 O L E D 2 - 1 ~ 2 - 5 を各々作製した。発光輝度、発光寿命
を実施例 1 と同様に測定した結果を表 3 に示す。

【0137】

【表 3】

	発光層の 化合物	再配向 エネルギー／eV	発光輝度 (相対値％値)	発光寿命 (相対値％値)	備 考
OLED2-1	CBP	0.56	100	100	比 較
OLED2-2	TCBP1	0.41	157	148	本発明
OLED2-3	TCBP2	0.29	142	168	本発明
OLED2-4	BC	0.54	110	90	比 較
OLED2-5	※1	0.16	135	138	本発明

※1：本発明の化合物(2)

【0138】

表 3 から、O L E D 2 - 1 ~ 2 - 5 で示される素子において比較化合物を用い
た O L E D 2 - 1、4 と比べて、本発明に係る再配向エネルギーの小さな化合物
を発光層のホスト化合物として用いた O L E D 2 - 2、O L E D 2 - 3、O L E
D 2 - 5 の各試料は、発光輝度、および発光寿命のいずれにおいても優れている
ことが判る。計算値は、B 3 L Y P / L a n L 2 D Z による値である。I r - 1
のりん光波長は、495nmであった。

【0139】

実施例 3

《フルカラー表示装置の作製》

(青色発光素子の作製)

実施例 1 の有機 E L 素子 O L E D 1 - 1 の作製において、正孔注入／輸送層に m - M T D A T X A を用い、発光層に T C B P 2 + I r - 1 2 (蒸着速度が 1 0 0 : 7 になるように調節) を用い、正孔阻止層に B C を用い、電子輸送層 A l q 3 の上に、引き続きフッ化リチウム 0 . 5 n m 及びアルミニウム 1 1 0 n m を蒸着して、陰極バッファ層、陰極を各々形成した以外は、同様にして青色発光素子を作製した。

【 0 1 4 0 】

(緑色発光素子の作製)

上記の青色発光素子の作製において、発光層に I r - 1 2 の代わりに I r - 1 (蒸着速度が 1 0 0 : 7 になるように調節) を用いた以外は、同様にして緑色発光素子を作製した。

【 0 1 4 1 】

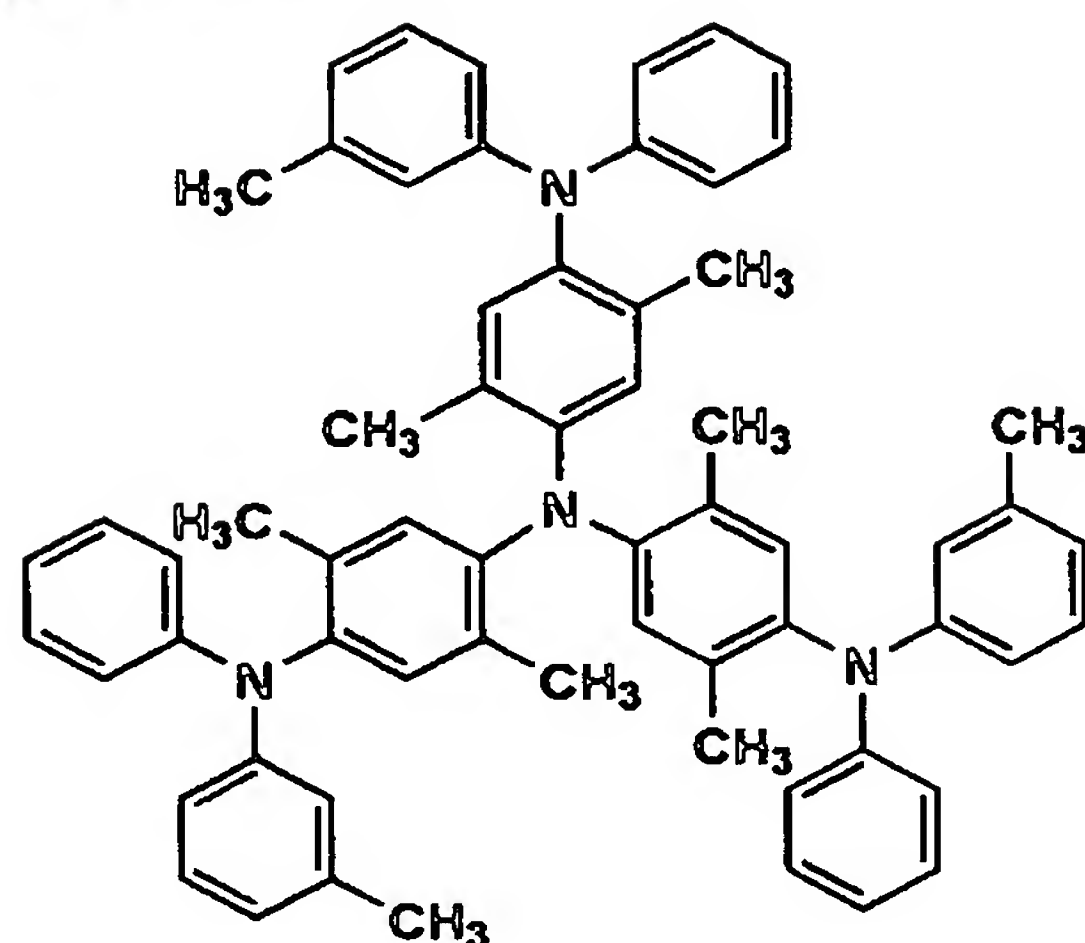
(赤色発光素子の作製)

上記の青色発光素子の作製において、発光層に I r - 1 2 の代わりに I r - 9 (蒸着速度が 1 0 0 : 7 になるように調節) を用いた以外は、同様にして赤色発光素子を作製した。

【 0 1 4 2 】

【化 8】

m-MTDATXA



【0143】

上記で作製した、各々赤色、緑色、青色発光有機EL素子を同一基板上に並置し、図1に記載のような形態を有するアクティブマトリクス方式フルカラー表示装置を作製し、図2には、作製した前記表示装置の表示部Aの模式図のみを示した。即ち、同一基板上に複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と、並置した複数の画素3（発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素等）とを有し、配線部の走査線5及び複数のデータ線6はそれぞれ導電材料からなり、走査線5とデータ線6は格子状に直交して、直交する位置で画素3に接続している（詳細は図示せず）。前記複数画素3は、それぞれの発光色に対応した有機EL素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタそれぞれが設けられたアクティブマトリクス方式で駆動されており、走査線5から走査信号が印加されると、データ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。この様に各赤、緑、青の画素を適宜、並置することによって、フルカラー表示装置を作製した。

【0144】

該フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度が高く、高耐久性を有し、且つ鮮明なフルカラー動画表示が得られることが判った。

【0145】

【発明の効果】

本発明により、高い発光輝度を示し、且つ半減寿命の長い有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置を提供することができた。

【図面の簡単な説明】**【図 1】**

有機 E L 素子から構成される表示装置の一例を示した模式図である。

【図 2】

表示部 A の模式図である。

【図 3】

画素の模式図である。

【図 4】

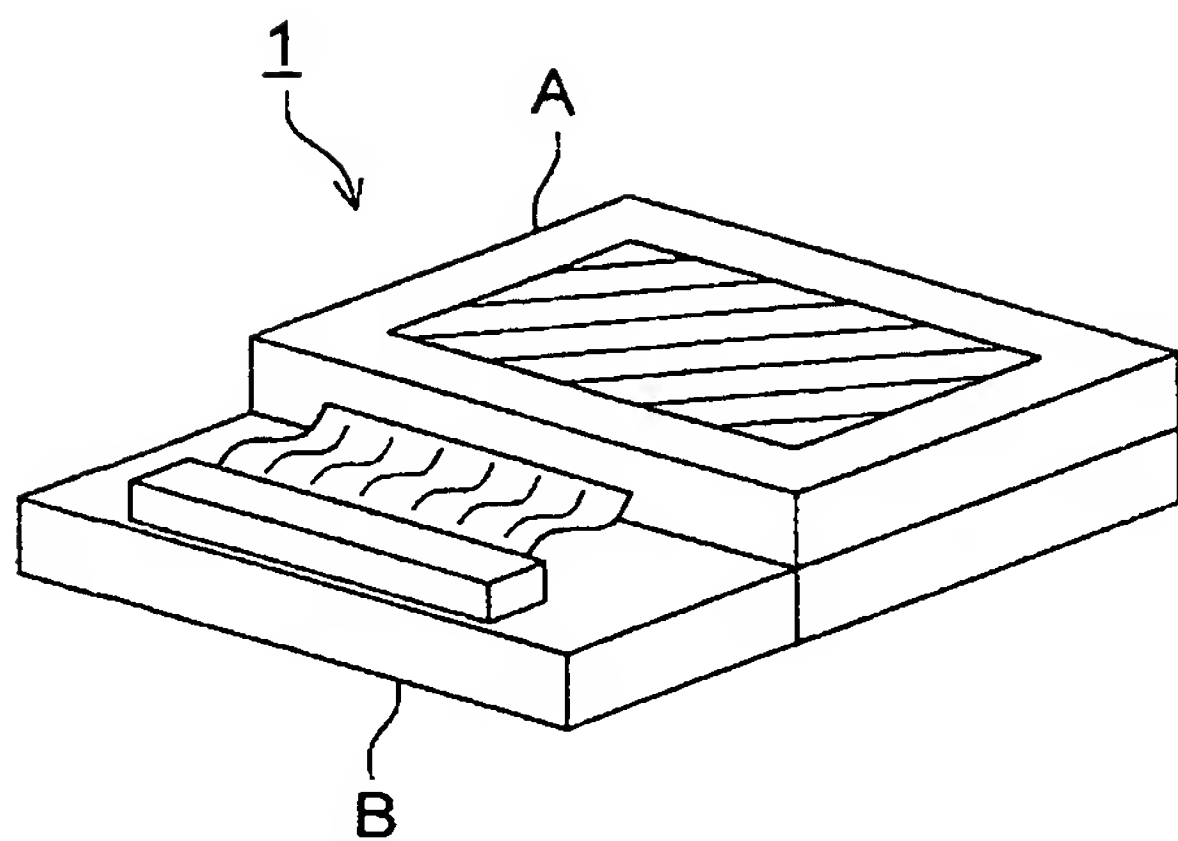
パッシブマトリクス方式による表示装置の模式図である。

【符号の説明】

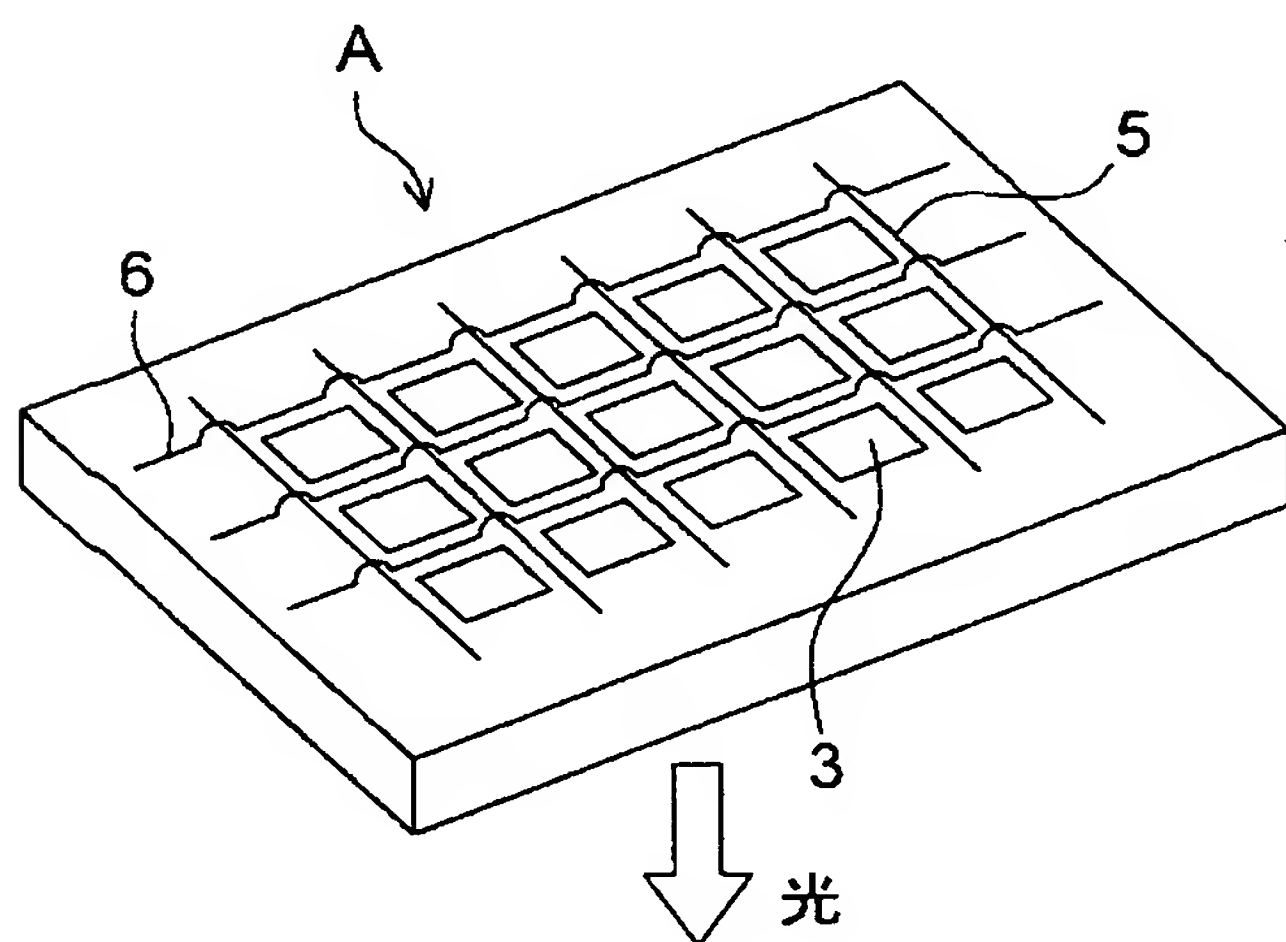
- 1 ディスプレイ
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線
- 7 電源ライン
- 1 0 有機 E L 素子
- 1 1 スイッチングトランジスタ
- 1 2 駆動トランジスタ
- 1 3 コンデンサ
- A 表示部
- B 制御部

【書類名】 図面

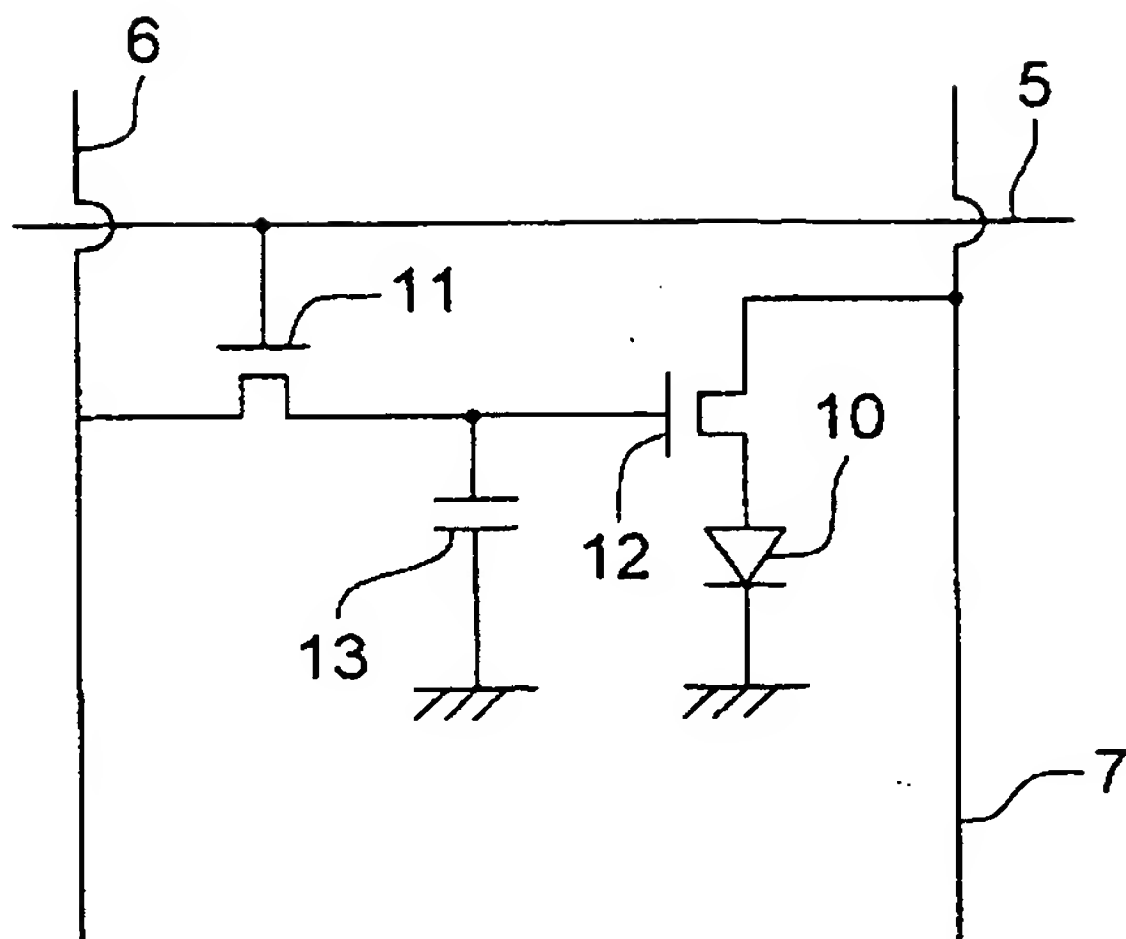
【図 1】



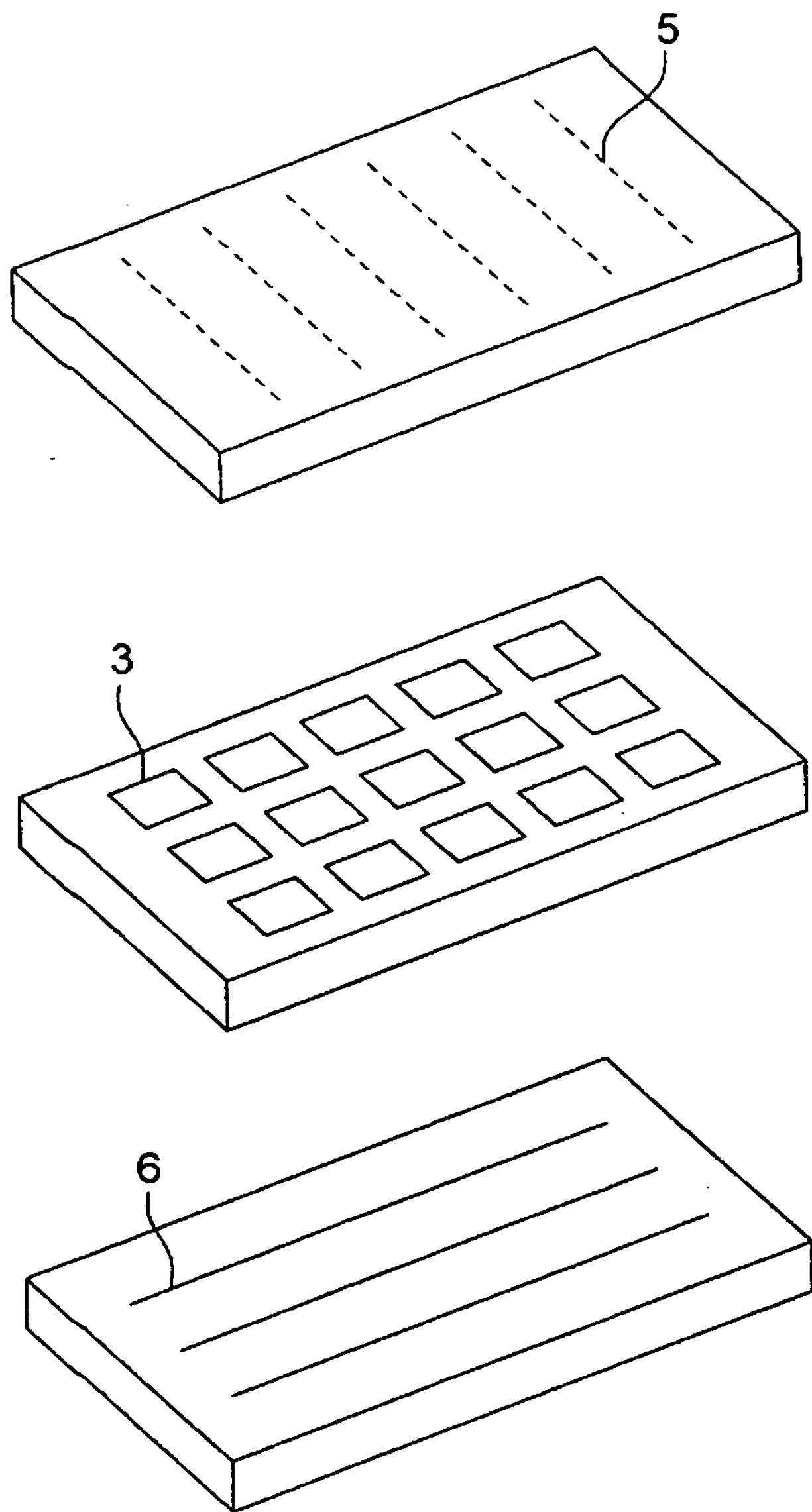
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 発光輝度、発光寿命の両立を達成した有機エレクトロルミネッセンス素子、およびこれを用いた表示装置を提供することである。

【解決手段】 ホスト化合物、及びりん光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がアニオンラジカルとなる場合の Gaussian 98 を用いて計算した再配向エネルギーの値が 0 eV を超えて 0.50 eV 以下であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 6 6 2 8 8
受付番号	5 0 3 0 0 4 0 0 8 0 8
書類名	特許願
担当官	第四担当上席 0 0 9 3
作成日	平成 1 5 年 3 月 1 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成15年 3月12日

特願 2 0 0 3 - 0 6 6 2 8 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 2 7 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカ株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 8 月 4 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社
3. 変更年月日 2 0 0 3 年 8 月 2 1 日
[変更理由] 住所変更
住 所 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号
氏 名 コニカミノルタホールディングス株式会社